



**Carla Patrícia Bento Simões**

Licenciatura em Matemática

**MODELAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE ESCALAS DE PESSOAL:**

**UM CASO DE ESTUDO<sup>a</sup>**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Actuariado, Estatística e Investigação Operacional

Orientador: Prof. Dra. Paula Amaral, Professor Auxiliar, FCT-UNL

Co-orientadora: Prof. Dra. Isabel Gomes, Professor Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Dr. Jorge Orestes Cerdeira, Professor Catedrático, FCT UNL.

Vogal Prof. Dr. Nelson Martins, Professor Auxiliar FCT UNL

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Paula Amaral, Professora Auxiliar FCT UNL



**Setembro, 2016**



## **MODELAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE ESCALAS DE PESSOAL:**

### **UM CASO DE ESTUDO**

Copyright © Carla Patrícia Bento Simões, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

*Dedico esta dissertação aos meus pais...*

## **Agradecimentos**

Primeiro que tudo desejo agradecer todo o apoio e orientação às Professoras Paula Amaral e Isabel Gomes, sem as quais não teria sido possível realizar este trabalho. Foi para mim um enorme privilégio trabalhar com as duas e poder desenvolver um tema que sempre me cativou. Foi uma experiência de aprendizagem gratificante e com a qual sinto que desenvolvi novos conhecimentos e capacidades. Muito obrigada por todo o apoio, conhecimento transmitido e acima de tudo, muito obrigado por acreditarem em mim.

Seguidamente, não posso deixar de agradecer à minha equipa de trabalho no Santander Totta Seguros (Nelson Rianço, Milene Costa, Rui Costa e Rute Correia, Ana Paula Oliveira e Lídia Fortunato) que me transmitiram toda a confiança que eu necessitava para avançar com este projecto. Não foi fácil realizar um trabalho desta magnitude enquanto iniciava a minha vida profissional e poder contar com o apoio e compreensão desta equipa maravilhosa foi fundamental.

Por último, mas não menos importante quero deixar um enorme agradecimento às pessoas que tornaram tudo isto possível, os meus pais e o meu irmão. Sem o vosso apoio incondicional e sem o vosso sacrifício eu não teria conseguido, este projecto era tanto um objectivo meu como vosso.

À Rita Rosado, Ana Santos e Cláudia Sanches um muito obrigada pela amizade sincera e por nunca me terem permitido desmoralizar.

Este trabalho é dedicado aos meus pais pelo seu amor inabalável e por todas as oportunidades que me deram na vida.



## Resumo

O problema da optimização de escalas de pessoal tem sido largamente estudado devido à sua importância, uma vez que todas ou quase todas as empresas necessitam afectar trabalhadores/ funcionários a tarefas definindo de forma eficiente os períodos de execução das mesmas. Este problema foi colocado por uma empresa de transporte aéreo (ETrA) , durante o ESGI101, realizado na FCT, UNL em Maio de 2014. Mais precisamente o problema que foi colocado dizia respeito à definição dos horários dos técnicos de manutenções de aeronaves em linha de modo a garantir que todas as aeronaves eram inspecionadas atempadamente.

O principal objectivo do trabalho descrito nesta dissertação era o de estabelecer o horizonte temporal (que condiciona a dimensão da formulação matemática deste problema) para o qual ainda seria possível resolver optimamente o problema com o uso directo de um solver comercial como o CPLEX. Como foi possível resolver o problema para o horizonte de 5 meses, que era o de maior interesse, dado não ser possível antecipar em geral os dados sobre as necessidades de mão-de-obra para um período superior a este, foram incorporados novos objectivos ao longo do desenvolvimento do trabalho. Assim, um outro objectivo foi o de propor modelos que progressivamente se aproximassem da realidade apresentada pela ETrA e analisar qual o impacto que a introdução de maior realismo no modelo teria em relação ao primeiro objectivo descrito.

**Palavras-chave:** Problema de escalas de pessoal, MATLAB, CPLEX, Abordagem Exacta.

# Abstract

---

The Scheduling problem has been widely studied because of its importance; since all or almost all companies are required to affect workers / employees to tasks efficiently defining periods for their execution. This problem was posed by an air transportation company that we will designate by ETrA during ESGI101 held in FCT, UNL in May 2014. More precisely the problem that was exposed concerned the definition of on-line aircraft maintenance technicians' schedules to ensure that all aircraft were analyzed in good time.

The main objective of the work described in this dissertation was to establish the time horizon (which determines the dimension of the mathematical formulation of this problem) for which it is still possible to solve the problem to optimality with the direct use of a commercial solver such as CPLEX. Since it was possible to solve the problem for a 5-month horizon, which was the most interesting, and since it is not possible to anticipate data on labor needs for a period longer than this, new objectives were incorporated throughout the development of the work. Thus, another objective was to propose models that progressively approximate the reality presented by ETrA and to analyze the impact that the introduction of more realism in the model would have in relation to the first objective described.

**Keywords:** Scheduling, MATLAB, CPLEX, Exact Approach.



# Índice

1. RESUMO
2. CONTEÚDO
3. LISTA DE TABELAS
4. LISTA DE FIGURAS
5. ANEXO

<b>1.INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	3
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA APRESENTADO PELA ETRA.....	3
<b>2. ESCALAS DE PESSOAL – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1 O QUE É O PROBLEMA DAS ESCALAS DE PESSOAL (PEP).....	8
2.2 ESCALAS DE PESSOAL: SUB-PROBLEMAS, ÁREAS APLICACIONAIS E MÉTODOS DE RESOLUÇÃO.....	9
2.2.1 <i>Caracterização dos sub-problemas</i> .....	9
2.2.2 <i>Áreas aplicacionais e métodos de resolução</i> .....	11
2.3 ESTUDOS RELACIONADOS .....	12
<b>3. O PROBLEMA EM ESTUDO .....</b>	<b>14</b>
3.1. PROBLEMAS DE PROGRAMAÇÃO LINEAR.....	14
3.2. MÉTODOS PARA A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	15

3.2.1	<i>Métodos exactos</i> .....	15
3.2.2	<i>Heurística e meta-heurísticas</i> .....	16
<b>4. DESCRIÇÃO E FORMULAÇÃO DO PROBLEMA EM PROGRAMAÇÃO</b>		
	<b>MATEMÁTICA</b> .....	<b>17</b>
4.1.	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA EM ESTUDO.....	17
4.2.	RESTRIÇÕES .....	18
4.3.	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA EM PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA.....	19
4.3.1.	1ª Formulação.....	20
4.3.2.	2ª Formulação.....	21
4.3.3.	3ª Formulação.....	23
4.3.4.	4ª Formulação.....	24
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....		<b>25</b>
5.1	ATÉ QUE HORIZONTE TEMPORAL É POSSÍVEL RESOLVER OPTIMAMENTE O PROBLEMA UTILIZANDO O SOFTWARE COMERCIAL CPLEX? .....	26
5.2	FORMULAÇÃO 1.....	26
5.3	FORMULAÇÃO 2.....	28
5.4	FORMULAÇÃO 3.....	29
5.5	FORMULAÇÃO 4.....	31
5.6	ESTUDO AOS RESULTADOS OBTIDOS VARIANDO OS PARÂMETROS DO MODELO .....	33
6.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>36</b>
7.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>40</b>
8.	<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>

## Lista de Tabelas

TABELA 8_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 1ª FORMULAÇÃO.....	45
TABELA 9_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	46
TABELA 10_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	46
TABELA 11_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	47
TABELA 12_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	47
TABELA 13_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	47
TABELA 14_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	47
TABELA 15_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	47
TABELA 16_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 17_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 18_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 19_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 20_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 21_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	48
TABELA 22_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	49
TABELA 23_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	50
TABELA 24_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	50

TABELA 25_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	50
TABELA 26_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	50
TABELA 27_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	50
TABELA 28_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 1ª FORMULAÇÃO .....	51
TABELA 29_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	51
TABELA 30_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	51
TABELA 31_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1 .....	51
TABELA 32_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	51
TABELA 33_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1 .....	52
TABELA 34_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	52
TABELA 35_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	52
TABELA 36_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	53
TABELA 37_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1 .....	53
TABELA 38_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	53
TABELA 39_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1 .....	53
TABELA 40_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	53
TABELA 41_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1 .....	53
TABELA 42_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	54
TABELA 43_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	54
TABELA 44_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	54
TABELA 45_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	54
TABELA 46_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $k=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	54

TABELA 47_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 48_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 49_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 50_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 51_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 52_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	55
TABELA 53_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	56
TABELA 54_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	56
TABELA 55_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	56
TABELA 56_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	56
TABELA 57_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	56
TABELA 58_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	57
TABELA 59_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	57
TABELA 60_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	57
TABELA 61_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	57
TABELA 62_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	58
TABELA 63_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 1.....	58
TABELA 64_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	58
TABELA 65_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	58
TABELA 66_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	58
TABELA 67_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	59

TABELA 68_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	59
TABELA 69_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	59
TABELA 70_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	59
TABELA 71_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	59
TABELA 72_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 73_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 74_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 75_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 76_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 77_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	60
TABELA 78_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	61
TABELA 79_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	61
TABELA 80_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	61
TABELA 81_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	61
TABELA 82_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	61
TABELA 83_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62
TABELA 84_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62
TABELA 85_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62
TABELA 86_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62
TABELA 87_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62
TABELA 88_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	62

TABELA 89_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 90_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 91_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 92_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 93_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 94_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	63
TABELA 95_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	64
TABELA 96_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	64
TABELA 97_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	64
TABELA 98_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	64
TABELA 99_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	64
TABELA 100_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	65
TABELA 101_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	65
TABELA 102_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 1 .....	65
TABELA 103_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	66
TABELA 104_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	66
TABELA 105_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	66
TABELA 106_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	66
TABELA 107_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	66
TABELA 108_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	67
TABELA 109_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	67
TABELA 110_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	67
TABELA 111_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	67
TABELA 112_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	67

TABELA 113_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	68
TABELA 114_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	68
TABELA 115_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	68
TABELA 116_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	68
TABELA 117_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	68
TABELA 118_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	69
TABELA 119_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	69
TABELA 120_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	69
TABELA 121_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	69
TABELA 122_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	69
TABELA 123_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	70
TABELA 124_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	70
TABELA 125_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	70
TABELA 126_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	70
TABELA 127_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	70
TABELA 128_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 129_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 130_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 131_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 132_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 133_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	71
TABELA 134_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 2ª FORMULAÇÃO .....	72
TABELA 135_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	72
TABELA 136_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	72
TABELA 137_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	72
TABELA 138_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	72
TABELA 139_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	72



TABELA 140_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	73
TABELA 141_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	73
TABELA 142_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	73
TABELA 143_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	73
TABELA 144_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	73
TABELA 145_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	74
TABELA 146_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	74
TABELA 147_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	74
TABELA 148_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	74
TABELA 149_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	74
TABELA 150_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	75
TABELA 151_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	75
TABELA 152_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	75
TABELA 153_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	75
TABELA 154_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	75
TABELA 155_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76
TABELA 156_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76
TABELA 157_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76
TABELA 158_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76
TABELA 159_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76
TABELA 160_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	76

TABELA 161_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	77
TABELA 162_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	77
TABELA 163_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	77
TABELA 164_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	77
TABELA 165_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	77
TABELA 166_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	78
TABELA 167_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	78
TABELA 168_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	78
TABELA 169_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	78
TABELA 170_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	78
TABELA 171_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	79
TABELA 172_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	79
TABELA 173_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	79
TABELA 174_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 2.....	79
TABELA 175_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	79
TABELA 176_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	80
TABELA 177_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	80
TABELA 178_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	80
TABELA 179_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	80
TABELA 180_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	80
TABELA 181_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	81

TABELA 182_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	81
TABELA 183_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	81
TABELA 184_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	81
TABELA 185_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	81
TABELA 186_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	82
TABELA 187_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	82
TABELA 188_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	82
TABELA 189_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	82
TABELA 190_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	82
TABELA 191_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	83
TABELA 192_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	83
TABELA 193_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	83
TABELA 194_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	83
TABELA 195_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	83
TABELA 196_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	84
TABELA 197_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	84
TABELA 198_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	84
TABELA 199_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	84
TABELA 200_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	84
TABELA 201_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85
TABELA 202_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85

TABELA 203_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85
TABELA 204_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85
TABELA 205_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85
TABELA 206_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	85
TABELA 207_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	86
TABELA 208_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	86
TABELA 209_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	86
TABELA 210_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	86
TABELA 211_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	86
TABELA 212_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	87
TABELA 213_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	87
TABELA 214_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 2 .....	87
TABELA 215_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	88
TABELA 216_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	88
TABELA 217_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	88
TABELA 218_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	88
TABELA 219_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	88
TABELA 220_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	89
TABELA 221_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	89
TABELA 222_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	89
TABELA 223_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	89
TABELA 224_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	89
TABELA 225_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	90
TABELA 226_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	90
TABELA 227_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	90

TABELA 228_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	90
TABELA 229_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	90
TABELA 230_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	91
TABELA 231_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	91
TABELA 232_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	91
TABELA 233_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	91
TABELA 234_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	91
TABELA 235_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	92
TABELA 236_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	92
TABELA 237_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	92
TABELA 238_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	92
TABELA 239_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	92
TABELA 240_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	93
TABELA 241_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	93
TABELA 242_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	93
TABELA 243_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	93
TABELA 244_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	93
TABELA 245_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 3ª FORMULAÇÃO .....	94
TABELA 246_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 3ª	
FORMULAÇÃO .....	94
TABELA 247_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	94
TABELA 248_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	94
TABELA 249_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	94
TABELA 250_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	95
TABELA 251_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	95
TABELA 252_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	95
TABELA 253_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	95

TABELA 254_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	95
TABELA 255_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	96
TABELA 256_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	96
TABELA 257_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	96
TABELA 258_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	96
TABELA 259_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	96
TABELA 260_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	97
TABELA 261_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	97
TABELA 262_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	97
TABELA 263_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	97
TABELA 264_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	97
TABELA 265_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	98
TABELA 266_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=5$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	98
TABELA 267_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	98
TABELA 268_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	98
TABELA 269_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	98
TABELA 270_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	99
TABELA 271_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	99
TABELA 272_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	99
TABELA 273_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	99
TABELA 274_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	99

TABELA 275_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	100
TABELA 276_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=10$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	100
TABELA 277_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	100
TABELA 278_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	100
TABELA 279_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	100
TABELA 280_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	101
TABELA 281_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	101
TABELA 282_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	101
TABELA 283_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	101
TABELA 284_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	101
TABELA 285_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	102
TABELA 286_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 3.....	102
TABELA 287_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	102
TABELA 288_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	102
TABELA 289_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	102
TABELA 290_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	103
TABELA 291_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	103
TABELA 292_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	103
TABELA 293_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	103
TABELA 294_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	103
TABELA 295_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $E=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	104

TABELA 296_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	104
TABELA 297_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	104
TABELA 298_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	104
TABELA 299_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	104
TABELA 300_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	105
TABELA 301_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	105
TABELA 302_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	105
TABELA 303_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	105
TABELA 304_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	105
TABELA 305_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	106
TABELA 306_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=6 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	106
TABELA 307_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	106
TABELA 308_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	106
TABELA 309_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	106
TABELA 310_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	107
TABELA 311_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	107
TABELA 312_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	107
TABELA 313_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	107
TABELA 314_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	107
TABELA 315_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	108
TABELA 316_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	108



TABELA 317_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	108
TABELA 318_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	108
TABELA 319_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	108
TABELA 320_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 90 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	109
TABELA 321_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 60 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	109
TABELA 322_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 120 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	109
TABELA 323_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3 .....	109
TABELA 324_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA E=20 PARA 150 DIAS E VARIANDO O VALOR DA PROCURA NECESSÁRIA, NA FORMULAÇÃO 3.....	109
TABELA 325_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	110
TABELA 326_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0303 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	110
TABELA 327_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	110
TABELA 328_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0306 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	110
TABELA 329_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	110
TABELA 330_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0310 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	111
TABELA 331_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	111
TABELA 332_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0320 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	111
TABELA 333_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	111
TABELA 334_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0503 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	111
TABELA 335_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	112
TABELA 336_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0506 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	112
TABELA 337_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	112
TABELA 338_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0510 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	112
TABELA 339_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	112
TABELA 340_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P0520 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	113
TABELA 341_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	113
TABELA 342_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1003 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	113

TABELA 343_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	113
TABELA 344_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1006 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	113
TABELA 345_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	114
TABELA 346_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1010 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	114
TABELA 347_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	114
TABELA 348_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P1020 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	114
TABELA 349_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	114
TABELA 350_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2003 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	115
TABELA 351_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	115
TABELA 352_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2006 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	115
TABELA 353_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	115
TABELA 354_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2010 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	115
TABELA 355_ TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	116
TABELA 356_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES CALCULADOS PARA O PROBLEMA P2020 NA 4ª FORMULAÇÃO .....	116
TABELA 357_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	116
TABELA 358_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	116
TABELA 359_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	116
TABELA 360_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	117
TABELA 361_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	117
TABELA 362_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	117
TABELA 363_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	117
TABELA 364_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	117
TABELA 365_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	118
TABELA 366_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=3 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	118
TABELA 367_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	118

TABELA 368_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	118
TABELA 369_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	118
TABELA 370_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	119
TABELA 371_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	119
TABELA 372_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	119
TABELA 373_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	119
TABELA 374_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	119
TABELA 375_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	120
TABELA 376_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=5 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	120
TABELA 377_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	120
TABELA 378_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	120
TABELA 379_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	120
TABELA 380_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	121
TABELA 381_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	121
TABELA 382_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	121
TABELA 383_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	121
TABELA 384_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	121
TABELA 385_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	121
TABELA 386_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=10 PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	122
TABELA 387_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	122
TABELA 388_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA K=20 PARA 30 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	122

TABELA 389_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	122
TABELA 390_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 60 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	122
TABELA 391_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	122
TABELA 392_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 90 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	123
TABELA 393_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	123
TABELA 394_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 120 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	123
TABELA 395_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS.....	123
TABELA 396_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UMA PROCURA $K=20$ PARA 150 DIAS E VARIANDO O NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL, NA FORMULAÇÃO 4.....	123
TABELA 397_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	123
TABELA 398_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 30 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	124
TABELA 399_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	124
TABELA 400_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 60 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	124
TABELA 401_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	124
TABELA 402_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 90 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	124
TABELA 403_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	125
TABELA 404_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 120 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	125
TABELA 405_ TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	125
TABELA 406_ CONTINUAÇÃO DA TABELA RESUMO DOS VALORES PARA UM NÚMERO DE EQUIPAS $E=3$ PARA 150 DIAS E VARIANDO A PROCURA, NA FORMULAÇÃO 4 .....	125

# Lista de Figuras

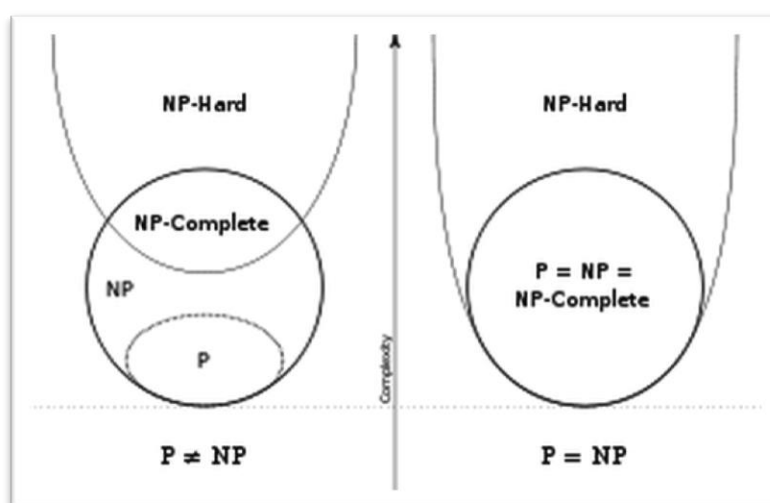
FIGURA 1.1_ PROBLEMAS P, NP, NP-COMPLEXOS E NP- DIFÍCIL ( <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/NP-HARD">HTTP://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/NP-HARD</a> ) .....	1
FIGURA 1.2_ GRÁFICO REPRESENTATIVO DE CARGAS E DISPONIBILIDADE DE PESSOAL RELATIVO A 1 DIA DE TRABALHO.....	4
FIGURA 1.3_ ESQUEMA DE ROTAÇÃO DE UMA EQUIPA PELOS DIFERENTES TURNOS.....	5
FIGURA 5.4_ AFECTAÇÃO DA PROCURA À MÃO DE OBRA DISPONÍVEL, COM PROCURA K=5 E 10 EQUIPAS DISPONÍVEIS, 2 FORMULAÇÕES .....	29
FIGURA 5.5_ AFECTAÇÃO DA PROCURA À MÃO DE OBRA DISPONÍVEL, COM PROCURA K=5 E 10 EQUIPAS DISPONÍVEIS, 3 FORMULAÇÕES .....	30
FIGURA 5.6_ DISTRIBUIÇÃO DOS TURNOS DE TRABALHO PELAS EQUIPAS DISPONÍVEIS NA FORMULAÇÃO 3, CONSIDERANDO UM HORIZONTE TEMPORAL DE 30 DIAS.....	31
FIGURA 5.7_ AFECTAÇÃO DA PROCURA À MÃO DE OBRA DISPONÍVEL, COM PROCURA K=5 E 10 EQUIPAS DISPONÍVEIS, 4 FORMULAÇÕES .....	32
FIGURA 5.8_ DISTRIBUIÇÃO DOS TURNOS DE TRABALHO PELAS EQUIPAS DISPONÍVEIS NA FORMULAÇÃO 4, CONSIDERANDO UM HORIZONTE TEMPORAL DE 30 DIAS.....	32
FIGURA 5.9_ COMPORTAMENTO DOS INDICADORES COM O AUMENTO DO HORIZONTE TEMPORAL ESTUDADO .....	33
FIGURA 5.10_ COMPORTAMENTO DOS INDICADORES COM O AUMENTO DA PROCURA QUE PRECISA DE SER SATISFEITA .....	34
FIGURA 5.11_ COMPORTAMENTO DOS INDICADORES COM O AUMENTO DO NÚMERO DE EQUIPAS DISPONÍVEL .....	35

## Introdução geral

### Contextualização

Para muitas organizações é cada vez mais fundamental gerir de forma eficiente os seus recursos humanos, que representam geralmente uma parte substancial dos custos de gestão, pelo que têm um papel fundamental no lucro da empresa. A essa necessidade estão associados os Problemas de Escalonamento de Pessoal (PEP).

Estes problemas são em geral de difícil resolução, devido à sua complexidade e ao elevado número de variáveis e restrições que apresentam. Alguns dos mesmos sabem fazer parte da classe **NP - Difícil**, o que na prática significa que os algoritmos que permitam a sua resolução exacta têm elevados gastos em termos de tempo e memória computacional.



**Figura 1.1\_** Problemas P, NP, NP-Complexos e NP- Difícil (<http://en.wikipedia.org/wiki/NP-hard>)

Como é possível observar na figura 1.1, em optimização existem dois tipos de classificação de problemas **P** e **NP**. Para os problemas da classe **P**, são conhecidos algoritmos que permitem encontrar a solução óptima em tempo útil, mesmo para problemas de grandes dimensões.

Um problema diz-se estar na categoria **NP-Difícil**, quando é pelo menos tão difícil como o problema mais difícil conhecido da classe **NP**.

Muitos problemas de escalonamento de pessoal, tal como os de “*Nurse Rostering*”, encontram-se nesta classe. (Solos, Tassopoulos, & Beligiannis, 21 May 2013)

De um modo geral um problema não trivial de escalonamento de pessoal ocorre, por exemplo, quando o período de funcionamento (hora, dia, semana, ano,...) de uma dada organização é superior ao período laborar de cada trabalhador, como é o caso do período de trabalho contínuo, ou quando é necessário fazer uma distribuição de tempos (serviço e folgas).

Estes problemas baseiam-se na especificação das tarefas a serem realizadas, durante um determinado período por cada pessoa na equipa, de modo a satisfazer as necessidades de trabalho nesse intervalo de tempo. Em geral a estes problemas está associada uma medida a optimizar, como por exemplo o custo ou a satisfação das necessidades de mão-de-obra com o mínimo de trabalhadores possíveis.

Em alternativa aos métodos de abordagem exactos que nos permitem obter a solução óptima e, decorrendo da dificuldade já referida, existem métodos (designados por heurísticas), que permitem com menor custo computacional atingir uma solução satisfatória (eventualmente óptima embora esta optimalidade tenha que ser posteriormente comprovada). Neste trabalho, procurámos concentrar-nos nos métodos exactos para responder à questão:

- Até que horizonte temporal é possível resolver optimamente o problema utilizando o software comercial CPLEX?

A escolha deste software deve-se à opinião geral de que se trata de um dos melhores programas para a resolução de problemas de Programação Linear Inteira.

Devido a este objectivo apenas se fará uma breve referência aos métodos heurísticos

## **Organização da dissertação**

A primeira parte deste trabalho pretende fazer uma breve introdução ao tema em estudo, bem como contextualizar o problema fazendo uma descrição do mesmo. Seguidamente será efectuada uma resenha histórica que tem como objectivo dar a conhecer ao leitor, algumas linhas já realizados nesta área de estudo, assim como uma explicação sobre as escalas de pessoal. Do terceiro ao quinto capítulo, são apresentadas as diferentes formulações propostas para o estudo do problema, bem como os resultados obtidos computacionalmente e uma discussão dos mesmos. No capítulo seis será apresentada uma reflexão sobre os resultados discutidos anteriormente e o trabalho futuro.

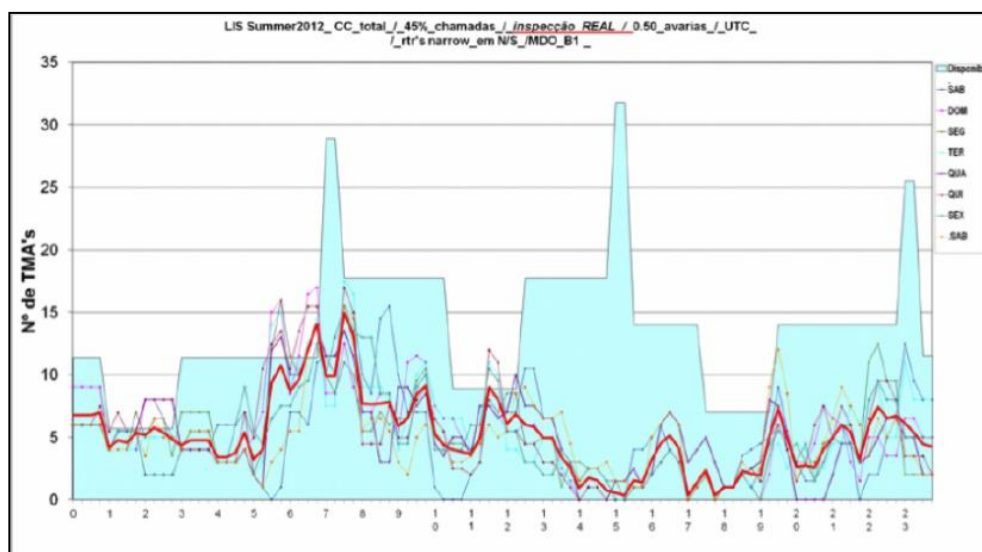
## **Descrição do problema apresentado pela ETrA**

O problema apresentado pela ETrA refere-se à optimização dos horários dos técnicos de manutenções de aeronaves, como já tinha sido referido. Pretende-se efectuar a distribuição dos recursos humanos, disponíveis na empresa, aos serviços que têm de ser realizados na manutenção, ou seja é necessário definir horários que tenham em conta não só a quantidade de trabalhadores disponíveis mas também a carga de trabalho necessária para cada período de tempo.

No estudo anterior considerava-se a existência de 6 equipas encarregues da manutenção das aeronaves (designadas por A,B,C,D,E e F) cada uma delas com 14 trabalhadores, admitindo-se ainda que é conhecida a carga de pessoal necessária para cada período de trabalho.

A figura seguinte apresenta dados relativos a uma semana de trabalho. A linha vermelha mostra a média de todas as outras linhas, enquanto estas representam a mão-de-obra necessária para cada período do dia. A azul encontra-se a disponibilidade de acordo com uma regra simples adotada para a criação dos horários de trabalho que será explicada em seguida.





**Figura 1.2\_** Gráfico representativo de cargas e disponibilidade de pessoal relativo a 1 dia de trabalho

São visíveis as lacunas desta regra com uma discrepância considerável entre a necessidade e a escala de mão-de-obra. Por exemplo no período das 13h e as 17h verifica-se um “surplus” de pessoal, enquanto que nos períodos de 5h a 6h existe um défice. Um dos objectivos deste estudo será melhorar a distribuição semanal de cargas. Existem no entanto certas regras contratuais que devem ser respeitadas pela empresa aquando a realização dos horários, tais como:

- I. Um trabalhador trabalha 7 horas e meia no máximo em regime de remuneração sem valor extraordinário;
- II. Após 5 horas consecutivas de trabalho, cada trabalhador tem direito a 1 hora de descanso;
- III. Os trabalhadores que entrem antes das 7h da manhã terão ainda direito a meia hora de descanso para pequeno-almoço;
- IV. Caso as interrupções antes mencionadas não ocorram, devido a necessidade da empresa, estas serão pagas em regime de horas extraordinárias;
- V. Entre dois períodos de trabalho, cada trabalhador deve descansar no mínimo 12h.

A regra referida à pouco, para distribuição dos tempos de trabalho, origina que cada turno de trabalho seja composto por uma equipa completa, e meia equipa de reforço, onde devem ser cumpridas as seguintes regras:

- I. O 1º turno, entra à meia-noite e sai às oito e meia da manhã, o 2º turno entra às oito horas e sai às quatro e meia da tarde, o 3º turno entra às quatro da tarde e sai à meia-noite e meia, por fim o turno de reforço é distribuído pelos 2º e 3º turno conforme a necessidade dos mesmos.
- II. Os períodos de refeição são os seguintes:
  - a) Ceia: das 01:00 até às 04:00;
  - b) Almoço: das 11:00 até as 15:00;
  - c) Jantar: das 18:30 até as 21:30

Nota: Cada um destes períodos está sujeito a uma hora de interrupção do serviço.

- III. Cada equipa trabalha 4 dias e folga 2, seguindo o padrão predefinido que seguidamente se apresenta:
  - a) Trabalha no 2º turno;
  - b) Trabalha no 1º turno;
  - c) Faz equipa de reforço (parte da equipa vai fazer o reforço das manhãs, enquanto parte da equipa faz o reforço das tardes);
  - d) Trabalha no 3º turno;

0 - 8	8 - 16	16 - 24	REINFORCMENT	REST
	X			
	X			
	X			
	X			
				X
X				X
X				
X				
X				
				X
				X
			X	
			X	
			X	
			X	
				X
				X
		X		
		X		
		X		
		x		

**Figura 1.3**\_ Esquema de rotação de uma equipa pelos diferentes turnos

No entanto é fácil observar que esta não é a melhor solução possível, por não se basear em nenhum critério que entre em linha de conta com a necessidade de mão-de-obra, ou seja não distribui as equipas da forma racional de maneira a satisfazer as necessidades, como observamos na figura 1.2.

Este estudo tem então por base a implementação de modelos matemáticos que irão permitir uma melhor geração de horários.

## Escalas de pessoal – revisão bibliográfica

A geração de horários começou a ser abordada há mais de 100 anos (Herrmann). Com o crescimento do sector económico e a necessidade de cada vez mais empresas verem optimizados os seus recursos, surge a procura de uma melhor gestão dos recursos humanos.

Uma escala de pessoal consiste numa lista de tempos nos quais possíveis tarefas, eventos ou acções podem tomar lugar. O processo de criar uma escala de pessoal (Figura 2.1) geralmente engloba a definição do período de tempo em estudo e a determinação das necessidades de mão-de-obra e termina com a atribuição do trabalho a ser realizado, por cada trabalhador.

As escalas de pessoal podem ser categorizadas segundo diferentes padrões, tais como a sua classificação, área de aplicação ou método de resolução, e dependendo dessas categorias, existem inúmeros artigos e estudos já realizados sobre o assunto.

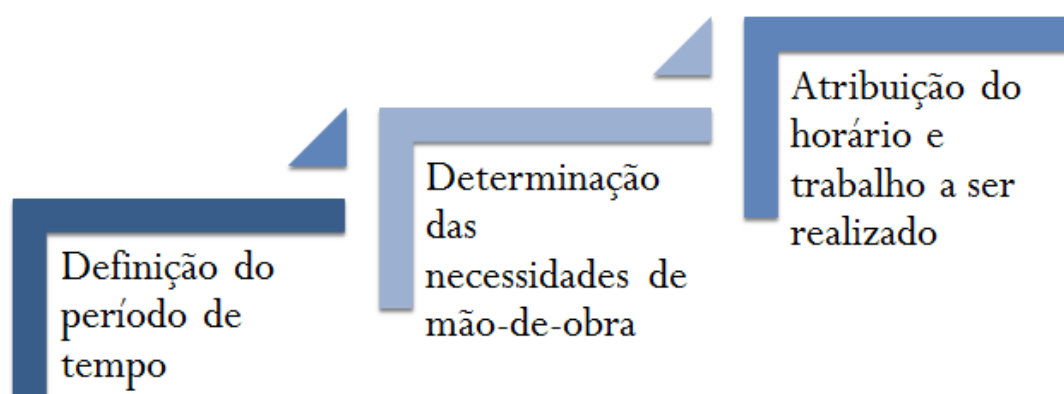


Figura 2.1\_ Processo geral das etapas necessárias para a criação de uma escala de pessoal

## 2.1 O que é o problema das escalas de pessoal (PEP)

Existem diversas variantes da definição de um PEP, adotadas por diferentes autores, sendo que o conceito de escalonamento não é recente.

“As pirâmides do Egipto têm mais de 3000 anos, Sun Tzu escreveu sobre o tema há mais de 2500 anos e auto-estradas intercontinentais bem com muitos outros projectos de grandes dimensões, têm vindo a ser construídos nos últimos 200 anos” (Weaver, 2006), nenhuma destas actividades poderia ter sido realizada sem um conceito de escalas de pessoal ou sem o entendimento sobre actividades e atribuição de tarefas. No entanto embora o conceito estivesse definido há já muito tempo este só passou a ser globalizado no início do século 18.

Os termos mais usuais encontrados em inglês são “*Scheduling*” e/ ou “*Rostering*” embora alguns autores possam distingui-los. Segundo (Wren, 1996) não é estranho que estes apareçam com o mesmo significado. Em (Rocha, 2013) afirma-se que caso se queira apresentar uma distinção entre os temas, “*Rostering*” é tipicamente associado à alocação de recursos humanos, enquanto que “*Scheduling*” é utilizado tanto para pessoas como para veículos, máquinas ou operações a serem realizadas.

W. N. Mitchell escreveu em 1939 um livro intitulado “*Organization and Management of Production*” onde descreve a atribuição de tarefas como sendo “o sincronismo de todas as operações com vista a assegurar a sua conclusão, quando necessário”. Posteriormente em 1984, Wight publica um estudo intitulado “*Production and Inventory Management in the Computer Age*” onde acaba por definir “*Scheduling*” como sendo o acto de estabelecer o tempo para a execução de cada tarefa e em 1992 vários autores entre os quais J. F. Cox juntam-se para escrever um livro designado por “*APICS Dictionary*” onde apresentam uma nova definição “é a atribuição de datas início e/ou fim para operações ou grupos de operações, de forma a mostrar quando estas devem ser realizadas para que a sua produção seja feita dentro de um prazo estabelecido”. (Herrmann)

(Wren, 1996) Escreveu um artigo sobre as diferentes definições do tema em estudo e refere que para si o agendamento de escalas de pessoal é “a atribuição, sujeita a restrições, de objectivos para determinados recursos a serem distribuídos num horizonte temporal, de tal forma a minimizar o custo total desse conjunto de recursos usados.”

(Ernest, Krishnamoorthy, Owens, & Sier, 2004) Apresentam a sua própria definição sobre “*Scheduling*” como sendo “a alocação de trabalhadores qualificados para atender a diferentes serviços num determinado período de tempo, respeitando os

acordos laborais e de forma a tentar ainda satisfazer as preferências individuais de cada trabalhador”.

Independentemente da definição específica, um PEP é sempre caracterizado por:

- Determinação do horizonte temporal (turno, dia, mês, semana, ano) ;
- Caracterização da necessidade de mão-de-obra;
- Caracterização das tarefas a serem realizadas;
- Caracterização da medida a otimizar;
- Afectação das tarefas a cada elemento da mão-de-obra, respeitando possíveis regras contratuais e/ou legais;

## **2.2 Escalas de pessoal: sub-problemas, áreas aplicacionais e métodos de resolução**

Embora já tenham sido realizados inúmeros trabalhos sobre o PEP a maioria dos mesmos visa responder a perguntas e necessidades muito específicas, como não deixa de ser o caso deste estudo aplicado a um caso real. Pode-se assim assumir que além de um variado conjunto de definições, existem diferentes tipos de sub-problemas, baseados na caracterização do problema em estudo, bem como diferentes áreas aplicacionais dos mesmos.

Ernest et al. apresenta uma pesquisa sobre mais de 700 trabalhos onde os divide pela sua caracterização, método de resolução e área aplicacional (Ernest, Krishnamoorthy, Owens, & Sier, 2004) e mais recentemente Bergh et al. (2012) revê mais de 290 artigos e apresenta uma divisão por características pessoais, tais como a definição de turnos ou contratos a tempo inteiro ou tempo parcial, medidas de desempenho e flexibilidade tais como as restrições a aplicar, método de resolução e área aplicacional (Bergh, Beliën, De Bruecker, Demeulemeester, & De Boeck, 2012).

É possível perceber que cada autor propõe os seus próprios grupos de classificação. No entanto 3 grupos destacam-se e irão ser apresentados com mais pormenor a seguir: caracterização, método de resolução e área aplicacional.

### **2.2.1 Caracterização dos sub-problemas**

Nesta secção as designações dos sub-problemas serão apresentadas em inglês, sendo posteriormente dada uma explicação dos mesmos.

Segundo (Bergh, Beliën, De Bruecker, Demeulemeester, & De Boeck, 2012) um dos primeiros métodos de classificação foi proposto por K.R. Baker em 1976 num trabalho intitulado “ *Workforce allocation in cyclical scheduling problems: a Survey*” onde este afirma que podem ser distinguidos três grupos principais de sub-problemas: “*Shift Scheduling*”, “*Days Off Scheduling*” e “*Tour Scheduling*”, sendo que este último é uma junção dos dois anteriores.

O primeiro grupo de sub-problemas aqui caracterizado “*Shift Scheduling*” pode ser traduzido em português como “*Necessidade por Turnos*” e tal como o nome sugere, este método pretende agendar turnos de trabalho para cada pessoa durante um horizonte temporal previamente definido (normalmente diário). Um turno é definido como sendo um período de trabalho onde se conhece o tempo inicial e final do mesmo.

Este problema está muito associado a empresas industriais, e é de fácil resolução e implementação. No entanto podem existir pequenas variações no método implementado, por exemplo turnos não sobrepostos, em que um acabe antes de outro iniciar, podem ser tratados separadamente (como é o caso dos modelos implementados neste estudo), mas na maioria dos problemas reais isso não se verifica. Os turnos tais como apresentados pela ETrA apresentam pequenas sobreposições entre si e nesse caso o problema seria tratado de forma ligeiramente diferente, sendo que a complexidade de implementação iria aumentar.

“*Days Off Scheduling*” ou “*Dias de Folga*” é o segundo grupo que Baker refere, aqui pretende-se determinar quais os dias de folga mais favoráveis para cada trabalhador. Embora isto acabe por determinar também os dias em que cada pessoa vá trabalhar, isto não implica que se saiba os turnos em que se vai realizar esse trabalho.

Este método é muito usado em grandes superfícies comerciais, como o caso de supermercados, em que a diferentes dias de folga estão associados diferentes custos. Por exemplo, um trabalhador que entre ao serviço num domingo terá de receber a dobrar por estar a trabalhar ao fim de semana, e portanto talvez compense para a empresa que os dias de folga sejam ao domingo.

Como já referido, o “*Tour Scheduling*” é uma junção dos dois métodos anteriores, onde se pretende determinar os dias de folga para cada pessoa bem como os turnos que lhe serão atribuídos nos seus dias de serviço. A complexidade e dimensão deste problema é superior a qualquer um dos outros e varia dependendo de um número de factores, como por exemplo a duração de cada turno, que pode variar de alguns minutos a várias horas.

O problema em estudo nesta dissertação é um “*Tour Scheduling*” uma vez que se pretende determinar, para cada equipa de trabalho, quais os turnos a atribuir bem como os dias de descanso.

Burke et al. apresenta uma revisão de trabalhos realizados sobre “*Nurse Rostering*” onde os divide de acordo com os seus métodos de resolução e restrições e medidas de desempenho. (Burke, De Causmaecker, Berghe, & Van Landeghem, 2004)

O “*Nurse Rostering*” é um dos sub-problemas mais estudados desta área devido principalmente à sua importância no mundo real. Este método permite distribuir num horizonte de tempo contínuo, os dias de serviço e descanso de pessoal hospitalar.

Os tipos de sub-problemas apresentados anteriormente são 4 exemplos dos mais estudados e que se relacionam de alguma forma com o problema que será estudado neste trabalho. Existem muitos outros como “*Demand Modeling*”, “*Rotating or Cyclic Workforce Scheduling*” ou “*Staff Assignment*” sobre os quais não se irá entrar em detalhes.

### 2.2.2 Áreas aplicacionais e métodos de resolução

Um dos principais motivos pelo qual estes problemas são tão importantes e tão amplamente estudados, é a sua grande aplicabilidade.

Em (Ernest, Krishnamoorthy, Owens, & Sier, 2004) são categorizadas mais de 15 áreas de aplicação para este problema, sendo as mais usuais os serviços de transportes (como autocarros ou aviões), serviços hospitalares, call centers e companhias industriais.

Em (Bergh, Beliën, De Bruecker, Demeulemeester, & De Boeck, 2012) os autores apresentam uma distinção por 6 áreas, sendo elas serviços, transportes, usos militares, retail, fábricas e geral.

Em ambos os estudos podem ser consultadas tabelas ilustrativas da distribuição do número de trabalhos realizados sobre cada uma das áreas acima mencionadas. É importante referir que estas áreas aplicacionais não são disjuntas, ou seja, um problema poderá pertencer a várias destas áreas em simultâneo, por exemplo, o caso de estudo desta tese, certamente fará parte das áreas de Companhias Aéreas, Serviços Financeiros e Sistemas de Transporte.

Tanto em Ernt et al. como Bergh et al. ainda é apresentada uma listagem sobre os métodos mais usuais para a resolução destes problemas, Programação Matemática, Branch and Bound, Pesquisa Tabu, Relaxação Lagrangeana, Simulação, entre outros.



Não se irá entrar em explicações sobre nenhum destes temas nesta secção no entanto os métodos que serão utilizados na resolução do problema deste trabalho vão ser descritos mais à frente.

### 2.3 Estudos relacionados

Nesta secção irão apenas ser abordados trabalhos já efectuados que tenham algumas características em comum com o estudo que está a ser realizado (horizonte temporal, número de equipas de trabalho e procura variáveis, resolução através de métodos exactos e com recurso a Cplex, “*Tour Scheduling*”).

Beaumont apresenta uma pesquisa feita para dar resposta a um problema “*Days off Scheduling*” onde a procura é variável, dependendo do dia da semana e variando consoante a própria hora do dia. Fins-de-semana e feriados não apresentam estatuto especial e são considerados como dias de trabalho normais, não sendo mais recompensado por isso, quem trabalha nesses turnos. As variáveis definidas são binárias, tais como as consideradas no estudo que irá ser apresentado, no entanto indicam se um determinado dia é ou não um dia de folga. O problema foi formulado e depois resolvido com recurso ao CPLEX. (Beaumont, 1997)

Millar e Kiragu desenvolveram e estudaram um modelo matemático para o problema “*Nurse Rostering*” onde definem os dias de folga e os turnos de trabalho. As variáveis definidas são, mais uma vez binárias, representando se uma enfermeira específica trabalha ou não num determinado turno. Estas variáveis são idênticas às utilizadas posteriormente no trabalho aqui estudado. O modelo é ainda aplicado a dados reais, para um horizonte temporal de 2 semanas e resolvido através do CPLEX com um algoritmo branch and bound. (Millar & Kiragu, 1998)

Aylin faz uma comparação entre duas formulações matemáticas distintas previamente propostas por *Bechtold and Jacobs* em 1990 e *Aykin* em 1996. A primeira apresenta as seguintes restrições: o horizonte temporal é inferior a 24h, a dimensão dos diferentes turnos é fixa e por cada turno de trabalho apenas é permitido um período de descanso também com dimensão fixa. A segunda formulação apresentada posteriormente por Aykin não limita o número de períodos de descanso por cada turno de trabalho. As variáveis consideradas para ambas as formulações são inteiras e definem o número de trabalhadores num determinado turno. Aylin pretende comparar os resultados das duas formulações e para tal aplica-as a 220 problemas reais e resolve com recurso ao LINDO (uma aplicação que permite resolver problemas de programação linear inteira e quadrática), acabando por concluir que embora a

formulação de Aykin apresente um número de variáveis mais elevado, acaba por apresentar melhores resultados e num tempo inferior de resolução (cerca de 1/3 do tempo necessário para resolver o problema através da formulação de Bechtold and Jacobs). (Aylin, 2000)

Bard et al. pretendem estudar o “*Tour Scheduling*” aplicado a um problema real de carteiros, enquanto examinam possíveis cenários que permitam uma redução das equipas de trabalho. São contempladas diversas variações do problema, como a obrigatoriedade de 2 dias consecutivos de folga, possíveis horários de início de turno e trabalhadores em *part-time*. O problema é formulado como sendo de programação linear inteira, aplicado a dados reais, provenientes do posto de correio de Oklahoma e resolvido através de CPLEX. (Bard, Binici, & DeSilva, 2003)

Em 2010 Góes et al. fazem um estudo sobre geração de horários escolares e apresentam resultados através de três técnicas distintas (formulação matemática, abordagem heurística e mista). Os três métodos foram testados para os mesmos dados reais provenientes de Araucária, Brasil e posteriormente comparados, chegando-se à conclusão que apenas no método exacto a solução óptima é encontrada. (Góes, Costa, & Steiner, 2010)

Soleta e Samorano apresentam um modelo de optimização para um problema “*Tour Scheduling*” sobre trabalhadores do check-in nos aeroportos. O objectivo principal é minimizar o custo total dispendio com a satisfação da procura. Os trabalhadores aqui mencionados apresentam diferentes aptidões, sendo o modelo estudado com recurso a heurísticas. (Stolletz & Zamorano, 2014)

Ainda em 2014, Brunner efectua um estudo sobre o mesmo tema mas considerando que a procura é variável, o objectivo deste trabalho é minimizar o custo total de atribuir turnos para um determinado número de equipas. O problema é desenvolvido usando um algoritmo Branch and Price e posteriormente aplicado a uma população de 65 trabalhadores e solucionado via CPLEX. (Brunner & Stolletz, 2014)

Pode-se perceber por esta revisão de trabalhos aqui apresentada que o tema já foi amplamente estudado e irá continuar a ser no futuro.

# 3

## O Problema em estudo

### 3.1. Problemas de programação linear

A programação linear baseia-se na resolução de um problema de maximização ou minimização de uma função linear com várias variáveis, onde estas estão sujeitas a um conjunto de limitações que se designam por restrições também lineares.

A função já referida é chamada de função objectivo, e representa uma medida de desempenho do sistema. Uma solução admissível é um conjunto de valores atribuídos às variáveis que satisfaça todas as restrições. Caso esta solução também maximize/minimize a função objectivo ela é então denominado por solução óptima e o problema encontra-se resolvido.

A estes problemas corresponde em geral a formulação matemática, que se apresenta de seguida.

$$\max \quad z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad (3.1)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \begin{cases} \leq \\ \geq \\ = \end{cases} b_j, \quad j = 1, \dots, m \quad (3.2)$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.3)$$

Nesta formulação pode-se observar em (3.1) a função objectivo onde  $n$  representa o número de diferentes variáveis presentes no problema, neste caso um problema de

maximização. De seguida o leitor pode visualizar as restrições do problema, em (3.2) estas podem ser de diversos tipos como indicado ( $\leq, \geq$  ou  $=$ ) onde  $m$  representa o número de restrições. Por último em (3.3) apresentam-se as chamadas restrições de não negatividade, para garantir que as variáveis não sejam negativas e podem estar aplicadas apenas a um subconjunto de variáveis.

Cada formulação matemática de um problema de programação linear pode ainda ser escrita na forma matricial, da seguinte maneira:

$$\text{Max} \quad z = \underline{c} \underline{x} \quad (3.4)$$

$$\text{s. a.} \quad A\underline{x} (\leq, \geq, =) \underline{b} \quad (3.5)$$

$$\underline{x} \geq \underline{0} \quad (3.6)$$

### 3.2. Métodos para a resolução do problema

Os métodos para a resolução destes problemas podem ser variados, sendo divididos nas seguintes subcategorias:

- a) Métodos exactos;
- b) Heurísticas;

#### 3.2.1 Métodos exactos

Uma abordagem exacta para um problema de optimização visa encontrar a melhor solução para o mesmo, ou seja a solução óptima.

De modo a encontrar esse óptimo, os métodos exactos baseiam-se em procurar  $x^*$  de forma a que  $f(x^*) \leq f(x)$ , para todo o  $x$  tal que  $x \in D$ , no caso de se estar perante um problema de minimização, sendo  $D$  o conjunto de soluções admissíveis .

O algoritmo Branch and Bound é em geral utilizado para problemas difíceis como é o caso de algumas classes de problemas de programação linear inteira.

##### a) *Branch and bound*

Este algoritmo foi pela primeira vez apresentado por A. H. Land e A. G. Doig em 1960 para a resolução de um problema de programação inteira, e desde então tornou-se no algoritmo mais utilizado para a resolução de problemas da classe NP-Difícil.

O Branch and Bound consiste em dividir o espaço de pesquisa em subdomínios por partições sucessivas do domínio das variáveis definindo assim uma estrutura em árvore onde em cada nodo é considerado um sub-problema. Em cada nodo resolve-se uma relaxação do problema.

A avaliação é efectuada com recurso a limites superior e inferior, para o valor óptimo, e caso haja garantia num nodo que não é possível produzir uma solução melhor do que uma anteriormente encontrada a pesquisa ao longo desse nodo é encerrada, o mesmo acontecendo se a solução obtida for amissível para o problema original. É de notar ainda que este algoritmo depende da qualidade e eficiência do método para gerar os limites, uma vez que uma má estimativa obrigará à geração de muitos nodos na árvore.

### 3.2.2 Heurística e meta-heurísticas

As heurísticas foram desenvolvidas com o propósito de encontrar soluções para problemas que tenham um elevado número de variáveis e portanto muito complexos para resolver em tempo computacional útil.

No entanto aplicando uma heurística a um problema de optimização não se consegue determinar se a solução encontrada é óptima ou não, nem no caso de não ser a solução óptima o quão próximo está desta. Para isso terão que ser desenvolvidos esforços adicionais.

Nos últimos anos os métodos heurísticos têm sido alvo de estudos e melhoramentos, desses trabalhos resultam as meta-heurísticas. Estas são processos definidos por forma a encontrar uma solução (mais uma vez não se consegue garantir que seja a solução óptima), através de um conjunto de passos em que cada um deles é composto por uma heurística subordinada, que terá de ser específica para cada problema.

No fundo pode-se dizer que uma meta-heurística mais não é, que um processo constituído por várias heurísticas. No entanto a sua grande vantagem é a elevada capacidade de escapar a óptimos locais.

Existem diferentes técnicas para as heurísticas tal como era o caso para os métodos exactos, no entanto e como este estudo não se baseia em aplicações de heurísticas não irão aqui ser enumerados.

# 4

## Descrição e formulação do problema em programação matemática

### 4.1. Descrição do problema em estudo

O problema em estudo nesta tese será ligeiramente diferente do apresentado pela ETrA, uma vez que esta é uma versão académica e por esse motivo mais simplificada.

No decorrer dos testes vão ser utilizados diferentes números de equipas de trabalho ao contrário das 6 equipas fixas que a ETrA apresenta de momento, desta forma poderá ser testado o impacto que este indicador apresenta na geração de horários bem como alargar as hipóteses de escolha dos decisores quando estes estiverem a distribuir as equipas.

O horizonte temporal do estudo será também variável, começando com 30 dias e terminando em 150. Ao longo desse tempo assume-se que a procura é sempre conhecida, ou seja sabe-se à priori qual será a carga de trabalho diária e quantas equipas serão necessárias para fazer face a essa procura em todo o horizonte temporal. O horizonte temporal é particionado em segmentos de tempo fixo (horas, meia/horas) designados por *slots*.

O principal objectivo deste estudo é apresentar uma distribuição do número de equipas necessárias para fazer face à procura em cada dia da forma mais eficiente possível, bem como testar o impacto que os diferentes indicadores têm na geração desses mesmos horários, descobrindo ainda um horizonte temporal máximo para o qual seja possível resolver o problema de forma exacta.

## **4.2. Restrições**

Começou por ser considerado um modelo académico simples, sendo este posteriormente melhorado com a introdução de mais restrições e limitações, por forma a melhor se adaptar ao universo da empresa.

Das restrições anteriormente descritas no modelo implementado pela ETrA foram excluídas as seguintes:

- I. Após 5 horas consecutivas de trabalho, cada trabalhador tem direito a 1 hora de descanso;
- II. Os trabalhadores que entrem antes das 7h da manhã terão ainda direito a meia hora de descanso para pequeno-almoço;
- III. Caso as interrupções antes mencionadas não ocorram, devido a necessidade da empresa, estas serão pagas em regime de horas extraordinárias;

Uma vez que neste estudo, não serão considerados valores de pagamentos esta ultima restrição nunca poderia ser considerada.

Foram consideradas as seguintes restrições para modelar o problema de gestão de escalonamento de pessoal:

- I. Cada equipa trabalha apenas um período por dia;
- II. Entre dois períodos de trabalho de uma equipa, esta descansa sempre 1 turno;
- III. Existe um número máximo e mínimo de slots de trabalho, para cada equipa;
- IV. Em 10 dias de trabalho consecutivo, a mesma equipa trabalha no máximo 6 deles;
- V. Existe sempre uma percentagem da procura diária que terá de ser satisfeita;
- VI. Todas as equipas trabalham menos do que um determinado número de slots.

### 4.3. Formulação do problema em programação matemática

Nesta tese serão apresentadas e estudadas 4 formulações distintas do problema com o intuito de encontrar a que produz uma solução mais favorável ao decisor. Para todas as formulações que seguidamente serão apresentadas existem parâmetros comuns.

Seja  $d' \in D = \{30; 60; 90; 120; 150\}$  o número de dias do horizonte temporal. Seja  $p$  o número de turnos a realizar por dia, com  $p = 3$ . Definimos ainda  $s \in S$  como sendo um intervalo de tempo (*slot*) no conjunto de todos os *slots* a considerar no horizonte temporal, onde  $|S| = d' \times p$ .

Os turnos de trabalho definidos para cada dia são os seguintes:

- i. 1º turno entrada às 00:00 e saída às 08:00
- ii. 2º turno entrada às 08:00 e saída às 16:00
- iii. 3º turno entrada às 16:00 e saída às 00:00

Sejam  $e' \in E = \{3; 6; 10; 20\}$  o número de equipas disponíveis para trabalhar em cada *slot* e  $W$  o vector que define a procura para cada *slot*  $s$ , medida em número de equipas que são necessárias estarem a trabalhar em  $s$ .

Este vector foi gerado aleatoriamente supondo que a procura segue uma distribuição uniforme entre 1 e  $k$ , com,  $k \in \{3; 5; 10; 20\}$ . Para gerar estes valores de procura foi utilizado um algoritmo que será apresentado em anexo na figura A.1.

Definem-se ainda como dados do problema  $\alpha$  que representa nas formulações 2 e 4 a percentagem de procura que não será satisfeita, as constantes  $T = 6$  e  $Q = P \times 10$  que reflectem limitações temporais ao número de dias de trabalho, e ainda  $H_{\min} = 50\% \times D$  e  $H_{\max} = 73\% \times D$  que são constantes que delimitam o número de dias máximo e mínimo que uma equipa pode trabalhar por horizonte temporal. O valor 73% está relacionado com a percentagem de dias úteis num mês.

Consideramos dois grupos de variáveis de decisão para este problema:

$$x_{se} = \begin{cases} 1, & \text{se a equipa } e \text{ trabalha no slot } s \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

com  $s \in S$  e com  $e \in E$ , e ainda  $F_s$  que representa o número de equipas em falta no *slot*  $s$ , com  $s \in S$  de forma a que toda a procura desse *slot* seja cumprida.



A variável  $x$  será definida por uma matriz binária em que nas linhas se apresentam os diferentes slots em estudo e nas colunas as várias equipas. A posição da matriz fica preenchida com 1 se a equipa está a trabalhar no respectivo slot e com 0 caso contrário, como se pode ver no exemplo da figura 4.1.

		Equipas					
		$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$
Slots	$S_1$	1	0	1	0	1	0
	$S_2$	1	1	1	0	0	0
	$S_3$	0	1	0	1	0	1
	$S_4$	0	0	0	1	1	1
	$S_5$	0	0	1	0	0	1
	$S_6$	1	1	0	1	1	0
	$S_7$	0	0	0	0	0	1
	$S_8$	1	1	1	0	0	0
	$S_9$	0	1	1	1	0	1

**Figura 4.1\_** Representação da variável  $x_{s,e}$  para 6 equipas e 9 slots ou seja 3 dia de trabalho

No exemplo apresentado pela figura 4.1 pode verificar-se que, por exemplo, a equipa 1 trabalha o primeiro e segundo *slots* e têm o 3º, 4º e 5º como folga voltando apenas ao serviço no 6º *slot*, o 7º volta ser folga bem como o 9º *slots* e no 8º trabalha novamente. Pode-se ainda perceber que no primeiro *slot* temporal trabalham as equipas 1, 3 e 5 enquanto que no 7º apenas trabalha a equipa 6.

#### 4.3.1. 1ª Formulação

Para iniciar o estudo do problema apresentado pela ETrA, analisou-se uma formulação simplificada onde o objectivo será minimizar a variável de folga  $F_s$ , que representa a diferença positiva entre a necessidade e a oferta de mão-de-obra, ou seja pretende-se minimizar o número total de equipas em falta para que a procura pudesse ser cumprida.

Uma vez que este se trata de um problema de minimização e como  $F_s \geq 0$ , no caso da oferta ser superior à procura o valor da variável de folga será zero. Pode-se observar a tradução matemática deste objectivo na equação (4.1).

$$\text{Min} \quad \sum_{s=1}^{|S|} F_s \quad (4.1)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{e=1}^{e'} x_{se} \geq W(s) - F_s \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.2)$$

$$\sum_{s=dp-2}^{dp} x_{se} \leq 1 \quad e = 1, \dots, e' \text{ e } d = 1, \dots, d' \quad (4.3)$$

$$x_{se} + x_{(s+1)e} \leq 1 \quad s = 1, \dots, |S| - 1 \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.4)$$

$$x_{se} \in \{0,1\} \quad s = 1, \dots, |S| \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.5)$$

$$F_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.6)$$

Relativamente às limitações impostas às equipas neste modelo pretende-se garantir através de (4.2) que a procura seja satisfeita tanto quanto possível, mesmo admitindo um incumprimento definido por  $F_s$ . Em (4.3) assegura-se que cada equipa apenas trabalha no máximo um período por dia e em (4.4) que entre cada dois turnos de trabalho cada equipa irá descansar pelo menos 1 turno.

Por último em (4.5) e (4.6) apresentamos a condição de não negatividade das variáveis  $x_{se}$  e  $F_s$ .

#### 4.3.2. 2ª Formulação

Esta formulação foi pensada mantendo o mesmo objectivo mas acrescentando restrições de forma a minimizar a diferença de turnos entre a equipa que trabalha mais e a equipa que trabalha menos. Uma vez que não fazia sentido admitir equipas a trabalhar 30 dias enquanto outras apenas trabalhavam 2 ou 3.

$$\text{Min} \quad \sum_{s=1}^{|S|} F_s \quad (4.6)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{e=1}^{e'} x_{se} \geq W(s) - F_s \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.7)$$

$$\sum_{s=dp-2}^{dp} x_{se} \leq 1 \quad e = 1, \dots, e' \text{ e } d = 1, \dots, d' \quad (4.8)$$

$$x_{se} + x_{(s+1)e} \leq 1 \quad s = 1, \dots, |S| - 1 \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.9)$$

$$H_{\min} \leq \sum_{s=1}^{|S|} x_{se} \leq H_{\max} \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.10)$$

$$\sum_{s=1}^{Q'} x_{se} \leq T \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.11)$$

$$x_{se} \in \{0,1\} \quad s = 1, \dots, |S| \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.12)$$

$$F_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.13)$$

Para minimizar essa diferença garantiu-se através da equação (4.10) que cada equipa tem um número máximo ( $H_{\max}$ ) e mínimo ( $H_{\min}$ ) de slots que pode trabalhar e ainda em (4.11) que em cada  $Q$  dias de trabalho consecutivos cada equipa trabalha no máximo  $T$ .

Ao longo deste estudo, definimos  $T$  e  $Q$  como constantes que poderão ser parametrizadas tomando valores num determinado conjunto, no entanto iremos apenas realizar testes com  $T=6$  e  $Q=10$  respectivamente, ou seja vai-se garantir que em 10 dias de trabalho consecutivo cada equipa no máximo trabalha 6.

Escolheram-se estes valores de forma a manter coerente o número de dias de trabalho e descanso quando comparado com um trabalhador que folgue sempre aos fins-de-semana. Todas as outras restrições que estavam presentes na 1ª formulação continuam presentes nesta como se pode observar nas equações (4.7 a 4.9)

#### 4.3.3. 3ª Formulação

Na continuação do estudo resolveu-se alterar a função objectivo de modo a que esta minimize a diferença entre a equipa de trabalha mais turnos e a que trabalha menos, como se pode analisar em (4.13).

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } V \quad (4.13) \\
 & \text{s. a.} \quad \sum_{e=1}^{e'} x_{se} \geq W(s) - F_s \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.14) \\
 & \quad \sum_{s=dp-2}^{dp} x_{se} \leq 1 \quad e = 1, \dots, e' \text{ e } d = 1, \dots, d' \quad (4.15) \\
 & \quad x_{se} + x_{(s+1)e} \leq 1 \quad s = 1, \dots, |S| - 1 \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.16) \\
 & \quad \sum_{s=1}^{|S|} F_s \leq \alpha \times \sum_{s=1}^{|S|} W(s) \quad (4.17) \\
 & \quad \sum_{s=1}^{|S|} x_{se} - V \leq 0 \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.18) \\
 & \quad x_{se} \in \{0,1\} \quad s = 1, \dots, |S| \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.19) \\
 & \quad F_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.20)
 \end{aligned}$$

Para esta formulação usam-se exactamente as mesmas restrições que foram usadas na 1ª, de forma a poder comparar ambas, mas uma vez que o objectivo mudou acrescentou-se as equações (4.17 e 4.18). Na transformação da 1ª formulação nesta não seria necessário acrescentar a restrição (4.17) no entanto caso esta tivesse sido ignorada, o modelo iria atribuir zero dias de trabalho a todas as equipas de modo a uniformizar a carga de trabalho.

Estas novas restrições servem para garantir que a percentagem de procura incumprida é no máximo  $P_c$  e que todas as equipas trabalham menos do que  $V$  slots. Esta nova formulação garante uma homogeneidade do volume de trabalho entre equipas, e representa uma formulação Min-Max.

#### 4.3.4. 4ª Formulação

Para o último modelo desta tese o objectivo continua a ser minimizar a diferença entre os dias de trabalho das equipas. As limitações que irão ser utilizadas são as mesmas que na formulação 2, de forma a garantir que a procura satisfeita seja no máximo  $P_c$ , e que todas as equipas trabalhem no máximo  $V$  slots. Pretende-se ainda que cada equipa de trabalho tenha um máximo de turnos atribuídos, designado por  $H_{\max}$ , e que em  $Q$  dias de trabalho consecutivos, cada equipa trabalhe apenas até  $T$  deles. As restrições (4.24) e (4.25) foram acrescentadas à formulação do problema por causa da função objectivo ter sido alterada.

$$\text{Min } V \quad (4.21)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{e=1}^{e'} x_{se} \geq W(s) - F_s \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.22)$$

$$\sum_{s=dp-2}^{dp} x_{se} \leq 1 \quad e = 1, \dots, e' \text{ e } d = 1, \dots, d' \quad (4.23)$$

$$x_{se} + x_{(s+1)e} \leq 1 \quad s = 1, \dots, |S| - 1 \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.24)$$

$$\sum_{s=1}^{|S|} F_s \leq \alpha \times \sum_{s=1}^{|S|} W(s) \quad (4.25)$$

$$\sum_{s=1}^{|S|} x_{se} - V \leq 0 \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.26)$$

$$\sum_{s=1}^{|S|} x_{se} \leq H_{\max} \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.27)$$

$$\sum_{s=1}^{Q'} x_{se} \leq T \quad e = 1, \dots, e' \quad (4.28)$$

$$x_{se} \in \{0,1\} \quad s = 1, \dots, |S| \text{ e } e = 1, \dots, e' \quad (4.29)$$

$$F_s \geq 0 \quad s = 1, \dots, |S| \quad (4.30)$$



## Resultados e discussão

Para o estudo de cada formulação foram efectuados vários testes de forma a contemplar diferentes cenários possíveis. Como já foi referido anteriormente a procura a utilizar vai ser gerada com diferentes valores, seguindo sempre uma distribuição uniforme com valores entre 1 e K.

Considerando os diferentes valores de K que serão estudados, para cada um deles foram criados 5 vectores de procura. A cada um desses vectores vão ser aplicados testes, conjugando o valor de K com os números de equipas disponíveis, e no final será calculada a média de todos eles, de forma a obter para cada formulação 16 sub-problemas, que serão estudados.

Cada um dos sub-problemas vai ser designado como  $P_{KE}$ , ou seja será um problema que diz respeito à procura K com E equipas. Uma vez que a procura pode tomar os seguintes valores 3, 5, 10 e 20 e o número de equipas varia entre 3, 6, 10 e 20, então vai ser estudada a seguinte lista de problemas para cada uma das formulações:

**Tabela 5.1\_** Listagem dos problemas em estudo para cada formulação do problema

$P_{0303}$	$P_{0306}$	$P_{0310}$	$P_{0320}$
$P_{0503}$	$P_{0506}$	$P_{0510}$	$P_{0520}$
$P_{1003}$	$P_{1006}$	$P_{1010}$	$P_{1020}$
$P_{2003}$	$P_{2006}$	$P_{2010}$	$P_{2020}$

## 5.1 Até que horizonte temporal é possível resolver optimamente o problema utilizando o software comercial CPLEX?

Esta era a pergunta inicial à qual se pretendia dar resposta com a conclusão desta dissertação, e esperava-se que não fosse possível resolver este problema para um horizonte temporal muito alargado. No entanto quando os testes foram iniciados verificou-se que conseguíamos solucionar em tempo útil o problema para um horizonte temporal de 150 dias.

Como foi possível resolver o problema para o horizonte de 5 meses, que era o de maior interesse uma vez que para a ETrA não é possível antecipar, em geral os dados sobre as necessidades de mão-de-obra para um período superior a este, foram incorporados novos objectivos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

## 5.2 Formulação 1

Para iniciar o estudo da primeira formulação começou-se por analisar a afectação da procura à mão de obra disponível de modo a perceber se a formulação em estudo produz resultados satisfatórios.

Para o efeito foi criado um gráfico semelhante ao apresentado pela ETrA na figura 1.2, que se irá apresentar de seguida. Este gráfico foi criado considerando uma procura  $k=5$  e 10 equipas disponíveis, no entanto os resultados para as restantes instâncias do problema estudadas são semelhantes.

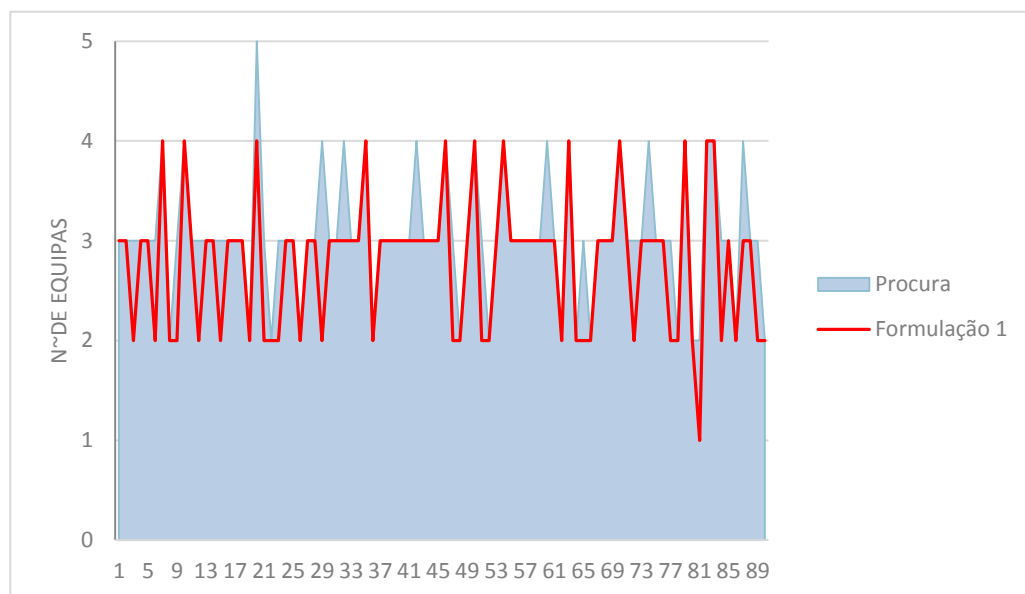


Figura 5.1\_ Afectação da procura à mão de obra disponível, com procura  $K=5$  e 10 equipas disponíveis, 1 formulação

O bloco azul representa a procura que terá de ser satisfeita e a linha a vermelho representa a mão de obra disponível para cumprir essa procura. Através da análise do gráfico apresentado na figura 5.1, verifica-se que para a primeira formulação a afectação da mão de obra é feita de forma satisfatória, uma vez que se têm uma boa cobertura da procura que se pretendia ver satisfeita.

No entanto considerou-se que era ainda importante perceber como estava a ser efectuada a distribuição das cargas de trabalho pelas diferentes equipas, e para isso foram construídos os gráficos que se apresentam seguidamente.

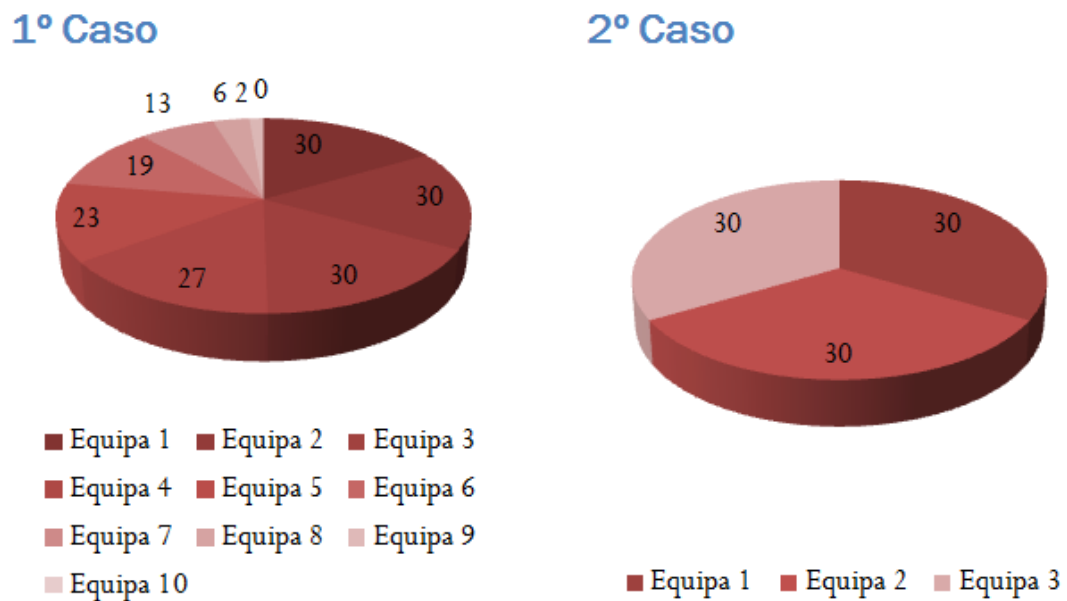


Figura 5.2\_ Distribuição dos turnos de trabalho pelas equipas disponíveis na formulação 1, considerando um horizonte temporal de 30 dias

Verificaram-se dois casos de estudo distintos e preocupantes que mostram que, por um lado, quando temos um número elevado de equipas disponíveis a alocação dos turnos trabalhados não está a ser feita de forma equilibrada (1º caso) e por outro lado, quando o número de equipas é reduzido a distribuição é equilibrada mas as equipas trabalham o número máximo de dias do horizonte temporal, sem disporem de dias de folga (2º caso).

Para combater estas diferenças e de forma a melhorar as soluções encontradas foi criada e estudada a segunda formulação onde foram inseridas novas restrições que garantem uma melhor distribuição do número de turnos operados por cada equipa.

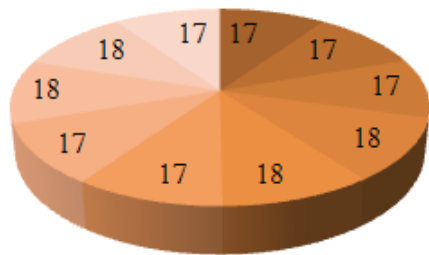


### 5.3 Formulação 2

Achou-se importante impor um limite máximo e mínimo de *slots* que cada equipa pode trabalhar, para tal foram introduzidas as variáveis  $H_{\min} = 50\% \times D$  e  $H_{\max} = 73\% \times D$ . O valor mínimo foi fixado em 50% dos slots uma vez que pareceu razoável que pelo menos metade deles tivesse de ser dias de trabalho, enquanto que o valor máximo foi 73% para ser coerente com o período de 22 dias mensais de trabalho que os trabalhadores em geral cumprem.

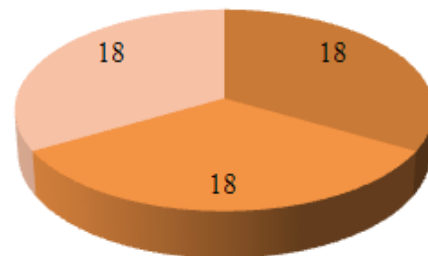
Uma vez mais foram efectuados estudos para verificar como a atribuição dos turnos estava a ser efectuada pelas equipas disponíveis, e analisando a figura 5.3 conseguimos perceber que os dois casos de estudo que se apresentavam problemáticos na formulação anterior, foram aqui solucionados.

#### 1º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3  
 ■ Equipa 4 ■ Equipa 5 ■ Equipa 6  
 ■ Equipa 7 ■ Equipa 8 ■ Equipa 9  
 ■ Equipa 10

#### 2º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3

Figura 5.3\_ Distribuição dos turnos de trabalho pelas equipas disponíveis na formulação 2, considerando um horizonte temporal de 30 dias

No entanto é necessário verificar que as restrições que foram adicionadas não influenciaram a afectação da procura à mão de obra disponível, para tal foram acrescentados os dados relativos à segunda formulação no gráfico já apresentado na figura 5.1.

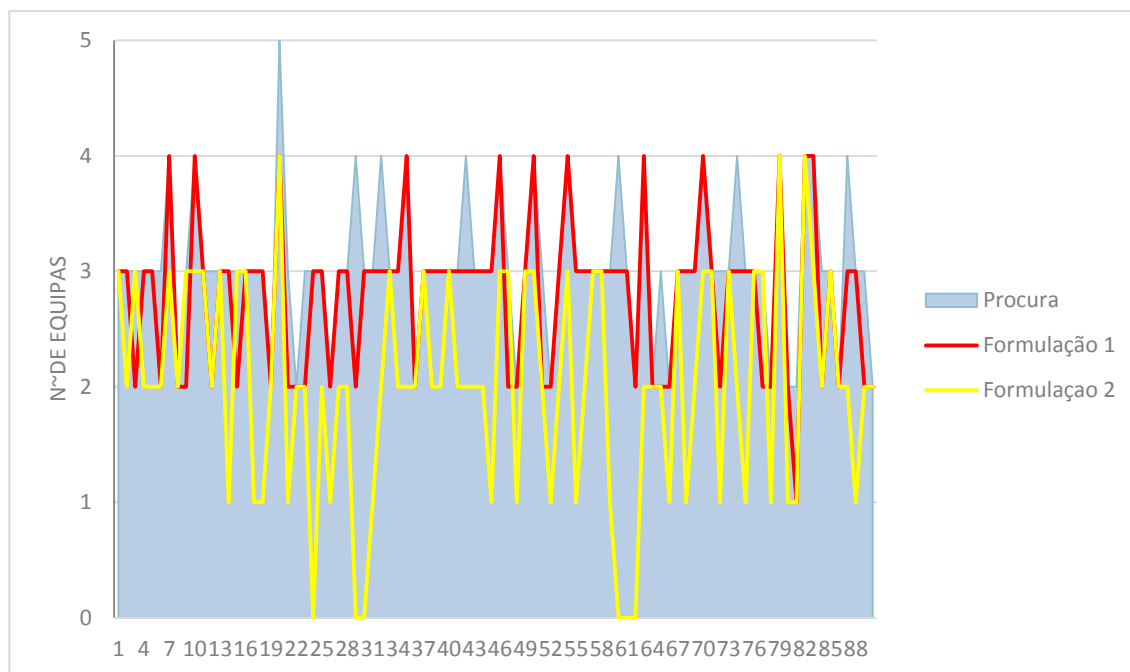


Figura 5.4\_ Afectação da procura à mão de obra disponível, com procura K=5 e 10 equipas disponíveis, 2 formulações

Como pode ser observado a cobertura efectuada pela segunda formulação piora significativamente relativamente aos valores que tinham já sido apurados para a primeira. É possível concluir que embora as restrições acrescentadas melhorem significativamente a distribuição do número de turnos de trabalho pelas respectivas equipas, a percentagem de procura não satisfeita piora e portanto a segunda formulação não produz resultados tão satisfatórios como a anterior.

De forma a colmatar os problemas encontrados na primeira formulação sem piorar a alocação da procura à mão de obra, foi criada uma terceira onde se pretende homogeneizar o volume de trabalho entre equipas, recorrendo a uma alteração na função objectivo.

## 5.4 Formulação 3

Comparativamente com a primeira formulação, tal como já tinha sido referido no capítulo 4 secção 4.3.3, apenas foi mudada a função objectivo e acrescentadas restrições que pretendem garantir que a percentagem de procura não satisfeita não piora significativamente.

Para os estudos efectuados para esta formulação, analisaram-se os resultados obtidos com a primeira e para aqueles onde a carga de trabalho não era equilibrada entre as equipas disponíveis, piorou-se em 5% a percentagem de procura não satisfeita.

Para os restantes a percentagem manteve-se inalterada, sendo igual à que já tinha sido encontrada anteriormente.

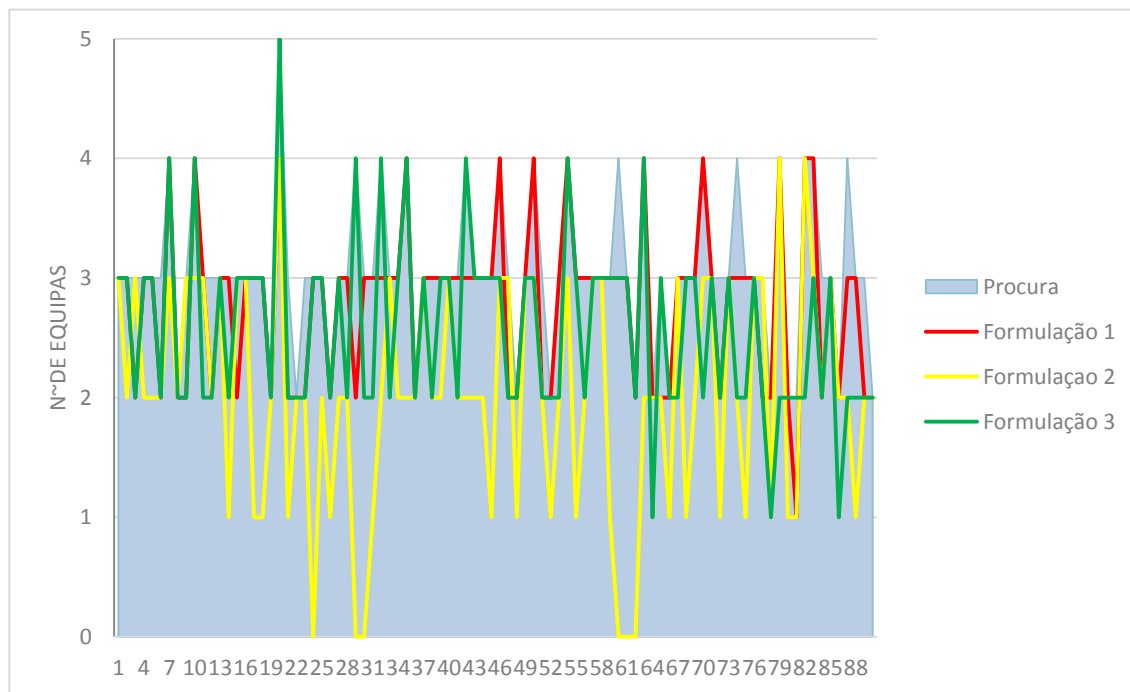
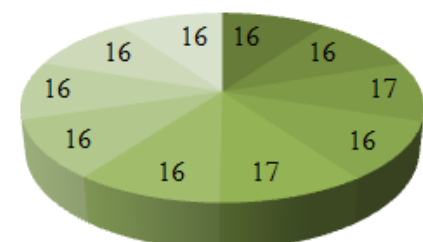


Figura 5.5\_ Afectação da procura à mão de obra disponível, com procura K=5 e 10 equipas disponíveis, 3 formulações

Como é visível no gráfico apresentado na figura 5.5, a cobertura efectuada pela nova formulação é quase idêntica à já apresentada na primeira análise e portanto concluímos que a alteração da função objectivo foi efectuada com sucesso sem piorar os resultados obtidos anteriormente.

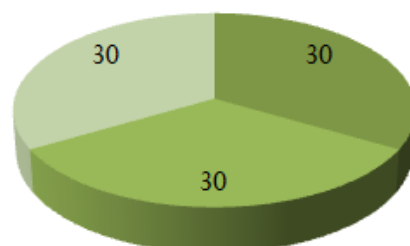
No entanto é preciso garantir que os dois casos atípicos encontrados na primeira formulação foram ultrapassados, para tal volta a ser efectuada uma análise gráfica semelhante às apresentadas nas figuras 5.2 e 5.3. Pode ser observado que embora o 1º caso esteja solucionado, ou seja quando dispomos de um número elevado de equipas a atribuição das cargas horárias é feita de forma uniforme, o mesmo não se passa para o 2º caso. Continuamos a ter equipas a trabalhar o máximo de tempo permitido pelo horizonte temporal, o que não é realisticamente possível.

### 1º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3  
 ■ Equipa 4 ■ Equipa 5 ■ Equipa 6  
 ■ Equipa 7 ■ Equipa 8 ■ Equipa 9  
 ■ Equipa 10

### 2º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3

Figura 5.6\_Distribuição dos turnos de trabalho pelas equipas disponíveis na formulação 3, considerando um horizonte temporal de 30 dias

Isto resulta do facto de as restrições que consideram um número máximo e mínimo de *slots* de trabalho apenas terem sido incluídas na segunda formulação. Por esse motivo pensou-se ser interessante e uma mais valia para o estudo efectuado neste trabalho, a criação de uma quarta formulação onde se acrescentassem à terceira as mesmas restrições que foram acrescentadas à segunda.

## 5.5 Formulação 4

Analisando ambas as imagens 5.7 e 5.8, é perceptível que a quarta formulação é a que melhor se adequa à realidade apresentada pela ETrA. Têm-se uma cobertura satisfatória da procura e ainda uma correcta alocação da carga de trabalho para as diferentes equipas.

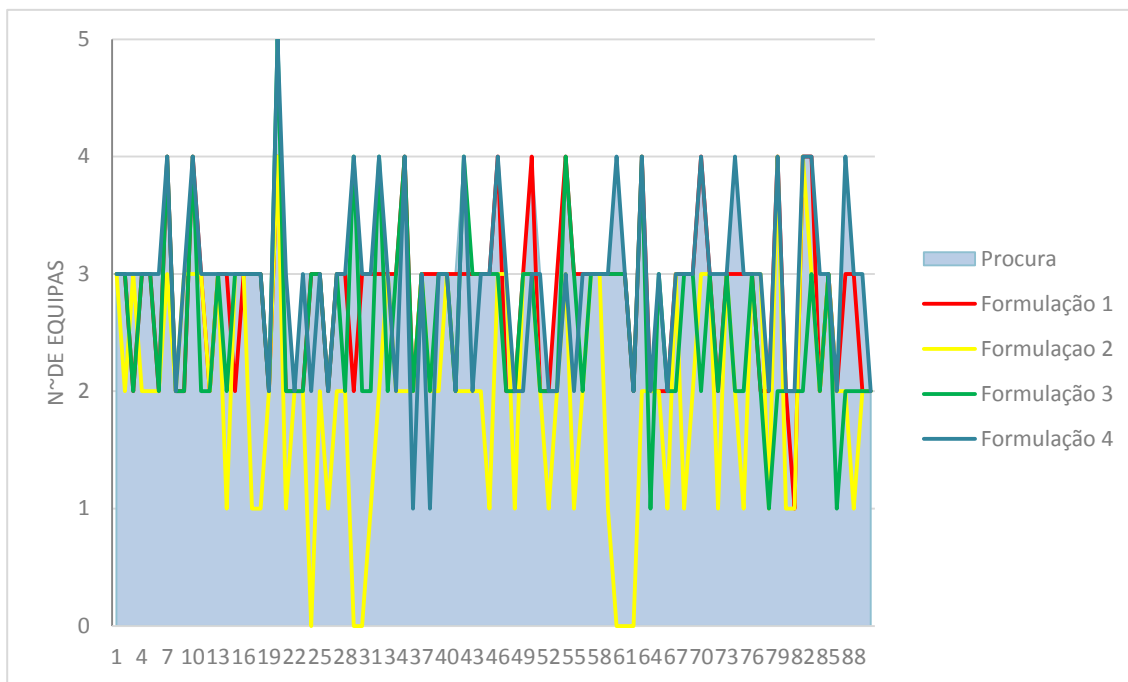
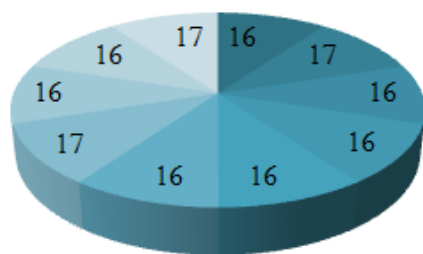


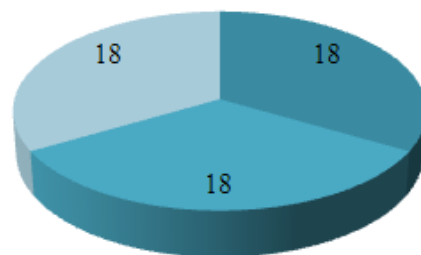
Figura 5.7\_ Afecção da procura à mão de obra disponível, com procura K=5 e 10 equipas disponíveis, 4 formulações

### 1º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3  
 ■ Equipa 4 ■ Equipa 5 ■ Equipa 6  
 ■ Equipa 7 ■ Equipa 8 ■ Equipa 9  
 ■ Equipa 10

### 2º Caso



■ Equipa 1 ■ Equipa 2 ■ Equipa 3

Figura 5.8\_ Distribuição dos turnos de trabalho pelas equipas disponíveis na formulação 4, considerando um horizonte temporal de 30 dias

## 5.6 Estudo aos resultados obtidos variando os parâmetros do modelo

Como forma de enriquecer a dissertação e também com o objectivo de validar as formulações aqui criadas e apresentadas, decidiu-se efectuar um estudo aos parâmetros do modelo e a como a sua evolução afecta os resultados dos indicadores estudados.

Para tal irá ser analisado o comportamento do seguinte conjunto de indicadores:

- Valor da função objectivo;
- Percentagem de procura insatisfeita;
- Número de Ticks;
- Número de iterações do Cplex.

Os dois primeiros pensou-se serem importantes uma vez que as suas variações permitem perceber melhor os resultados obtidos pelos modelos, relativamente ao número de Ticks, este é um indicador disponibilizado pelo Cplex que nos diz em segundos o tempo que qualquer computador levaria a solucionar o problema. A importância da adição deste indicador no estudo que será efectuado de seguida, deve-se ao facto de se ter realizados os testes em duas máquinas distintas e portanto é uma mais valia ver analisado a forma como o número de Ticks pode influenciar os resultados. Por ultimo o número de iterações do Cplex é ainda estudado para que se possa ter uma ideia de como evolui a complexidade computacional dos problemas.

### a. Análise por horizonte temporal

Uma vez que o horizonte temporal considerado não foi sempre o mesmo, queria-se perceber como é que a alteração deste parâmetro faz variar os resultados dos indicadores acima mencionados.

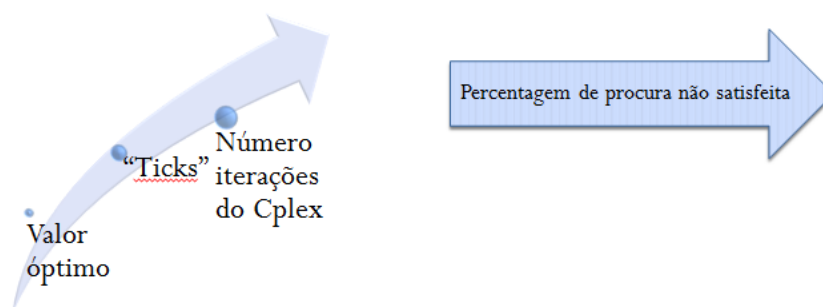


Figura 5.9\_ Comportamento dos indicadores com o aumento do horizonte temporal estudado

Verificou-se que à medida que aumentamos o horizonte temporal em estudo de 30 para 150 dias, como seria expectável, o valor óptimo aumenta bem como o número de Ticks e o número de iterações do Cplex. O que faz sentido uma vez que estamos a analisar problemas de maiores dimensões.

Por outro lado a percentagem de procura não satisfeita mantém o seu valor mesmo aumentando o horizonte temporal o que nos indica que mesmo para horizontes temporais mais longos, mantendo o mesmo número de equipas disponíveis e querendo satisfazer a mesma procura os valores de procura insatisfeita não se alteram.

b. Análise por valores de procura

Analisando agora os mesmo indicadores fazendo aumentar a procura que teria se ser satisfeita, é relativamente óbvio de se analisar que o valor de todos os indicadores vai aumentar, uma vez que vamos ter o mesmo número de equipas para satisfazer uma procura cada vez maior.

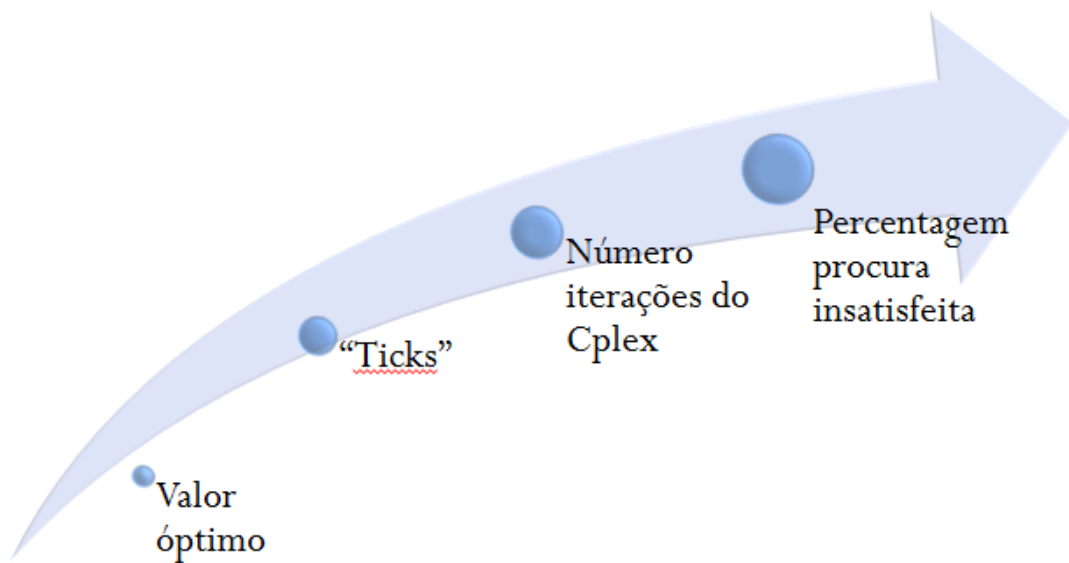


Figura 5.10\_ Comportamento dos indicadores com o aumento da procura que precisa de ser satisfeita

c. Análise por equipas disponíveis

Se pelo contrário apresentarmos sucessivamente mais equipas disponíveis para fazer face à mesma procura, o valor dos indicadores valor óptimo e percentagem de procura insatisfeita vai diminuir, no entanto o número de iterações do Cplex e o número de Ticks continua a ser maior porque continuamos a estudar problemas de maiores dimensões e portanto teremos de dispor de maior capacidade computacional.

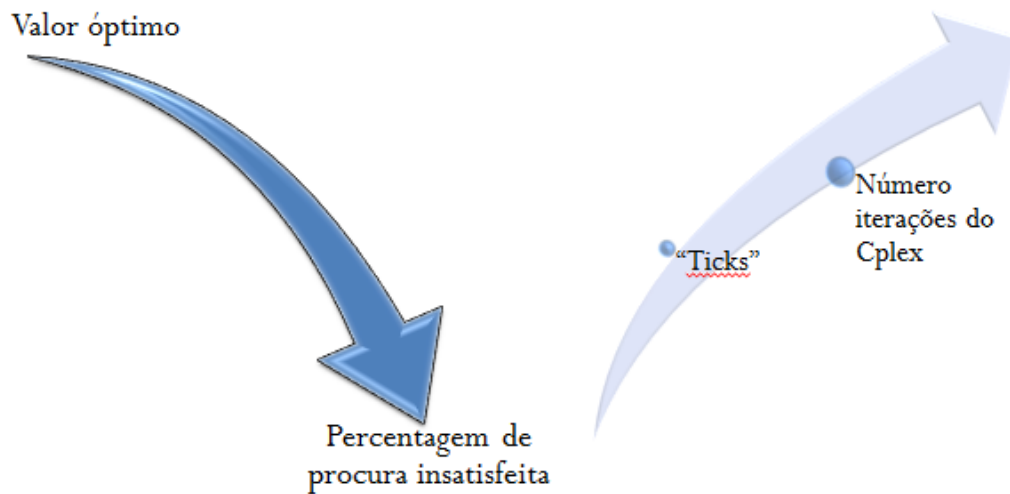


Figura 5.11\_ Comportamento dos indicadores com o aumento do número de equipas disponível

Podemos assim concluir que as formulações estão a apresentar resultados consistentes com o que seria de esperar e que o comportamento dos indicadores depende do valor dos parâmetros considerados.



# 6

## Conclusões

O problema para este trabalho foi proposto por uma empresa de transporte aéreo, aqui designada por ETrA em 2014 num âmbito do workshop ESGI101, realizado na FCT, UNL. Pretendia-se otimizar os horários dos técnicos de manutenção de aeronaves.

Para o estudo do problema foram aplicados métodos exacto, de forma a chegar à solução óptima do mesmo, posteriormente foram propostas e analisadas 4 formulações distintas. Os algoritmos criados foram transcritos para Matlab e solucionados com recurso ao CPLEX.

No início do estudo, queria-se responder à questão: “Até que horizonte temporal conseguimos resolver os algoritmos propostos através do CPLEX?”

Quando se começou a realizar testes computacionais, cedo se percebeu que o horizonte temporal máximo no qual se tinha pensado (3 meses) era facilmente atingido e até ultrapassado.

Devido à ocorrência acima mencionada, decidiu-se fixar o horizonte temporal máximo para os testes efectuados neste estudo em 5 meses, deixando em aberto para futuros trabalhos uma análise mais abrangente desta questão.

Com um período de trabalho já fixo, resolveu ainda estudar-se como o número de mão-de-obra disponível influencia a geração de horários, uma vez que fazer horários para 3 ou 20 equipas de trabalho não é equivalente. Para finalizar queria-se ainda perceber se a necessidade de mão-de-obra é também um factor que influencia a atribuição dos horários para as equipas.

Foram então criados vectores de procura distintos entre si para os vários horizontes temporais definidos e para cada vector foram testados os 4 algoritmos.

O primeiro método aplicado era simplista e pretendia apenas minimizar o número de equipas em falta para responder à procura de mão-de-obra, ao mesmo tempo que garantia que a procura era satisfeita tanto quanto possível, mesmo admitindo um incumprimento. Cada equipa tinha ainda a certeza de apenas trabalhar um turno por dia e caso lhe fosse atribuído o turno da noite, nunca lhe poderia ser aplicado o turno da manhã.

Os resultados encontrados para esta formulação foram satisfatórios, uma vez que se verificou ser possível responder a toda ou grande parte da demanda dependendo do número de equipas disponíveis. No entanto ao serem estudados os resultados finais foram identificadas duas grandes incoerências na geração dos horários de forma a cumprir essa procura.

- 1- Desigualdade na atribuição das cargas horárias, o que resultava em equipas a trabalhar o número máximo de dias do horizonte temporal enquanto outras não trabalhavam dia nenhum.
- 2- Impossibilidade de resolver problemas onde a procura era muito elevada e a mão-de-obra disponível muito reduzida, sem que para essas equipas fossem atribuídos todos os dias de trabalho de um período de estudo. Ou seja equipas a trabalhar sem folgas.

Devido a estas falhas do primeiro modelo, foram definidos limites de *slots* máximos e mínimos de trabalho para as equipas e aplicados a uma nova formulação,

Os resultados do 2º método foram comparados com os obtidos anteriormente e apenas se verificou uma pioria significativa na percentagem de incumprimento da procura, cerca de 20%, verificou-se no entanto que a diferença entre os dias de trabalho para as equipas normalizou.

Pensando no mundo empresarial, no qual por vezes não se está disposto a sacrificar a procura, foram criadas mais duas formulações onde tentamos mitigar essa desigualdade de dias de trabalho sem sacrificar a percentagem de procura insatisfeita.

Chega-se à conclusão que o mesmo é possível apenas com um decréscimo de 5% na satisfação da procura.

Com às 4 formulações apresentadas, conclui-se que todas elas produzem resultados satisfatórios, que permitem uma alocação da necessidade de mão-de-obra. Pode-se ainda observar que a mais fidedigna será a formulação 4 uma vez que só seus

resultados permitem uma satisfação da procura enquanto distribui equilibradamente as equipas pelos dias de trabalho do período considera para o estudo.

Como trabalho futuro penso que seria muito interessante aplicar uma formulação multiobjectivo, que una os dois objectivos considerados nas formulações aqui apresentadas. Bem como tentar perceber efectivamente até que horizonte temporal é possível efectuar testes viáveis.





## Bibliografia

- Aylin, T. (2000). A comparative evaluation of modeling approaches to the labor shift scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 381-397.
- Bard, J., Binici, C., & DeSilva, A. (2003). Staff scheduling at the United States Postal Service. *Computers & Operations Research*, 745-771.
- Beaumont, N. (1997). Using mixed integer programming to design employee rosters. *Journal of the Operational Research Society*, 585-590.
- Bergh, J. V., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., & De Boeck, L. (2012). Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 367-385.
- Brunner, J. O., & Stolletz, R. (2014). Stabilized branch and price with dynamic parameter updating for discontinuous tour scheduling. *Computers & Operations Research*, 137-145.
- Burke, E. K., De Causmaecker, P., Berghe, G. v., & Van Landeghem, H. (2004). The State of the art of Nurse Rostering. *Journal of Scheduling*, 441-499.
- Ernest, A., Krishnamoorthy, M., Owens, B., & Sier, D. (2004). An Annotated Bibliography of Personnel Scheduling and Rostering. *Annals of Operations Research*, 21 - 144.

- Góes, A., Costa, D., & Steiner, M. (2010). Otimização na programação de horários de professores/turmas: Modelo Matemático, Abordagem Heurística e Método Misto. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 50-66.
- Herrmann, J. W. (s.d.). A History of production scheduling. University of Maryland, Colle Park.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/NP-hard>. (s.d.).
- <http://en.wikipedia.org/wiki/NP-hard>. (s.d.). Obtido de Wikipedia.
- Millar, H. H., & Kiragu, M. (1998). Cyclic and non-cycli sheduling of 12 h shift nurses by network programming. *European Journal of Operational Research*, 582-592.
- Rocha, M. (2013). *The Staff Scheduling Problem: a general model and applications*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Solos, I., Tassopoulos, I., & Beligiannis, G. (21 May 2013). A Generic Two-Phase Stochastic Variable Neighborhood Approach for Effectively Solvin the Nurse Rostering Problem. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 278-308.
- Stolletz, R., & Zamorano, E. (2014). A rolling planning horizon heuristic for scheduling agents with different qualifications. *Transportation Research* , 39-52.
- Weaver, P. (2006). A brief history of scheduling - Back to the Future-. *myPrimavera Conference* (p. 2 to 6). Hyatt, Canberra: Mosaic Project Services Pty Ltd.
- Wren, A. (1996). Scheduling, Timetabling and Rostering - A special Relationship? *First International Conference on Practice and Theory of Automated Timetabling*. London.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/NP-hard>. (s.d.). Obtido de Wikipedia.



## **Anexos**

- A. Programação em Matlab
- B. Tabelas Resumo para a Formulação 1
- C. Tabelas Resumo para a Formulação 2
- D. Tabelas Resumo para a Formulação 3
- E. Tabelas Resumo para a Formulação 4



## Apêndice A

```
fid = fopen('D:\...\P20_5.m', 'wt');  
S=5000;  
%fprintf(fid,'S= %3.0f \n',S);  
fprintf(fid,'W=[ \n');  
for i=1:S  
    x=randi([1,20]);  
    fprintf( fid,'%3.0f\n ', x );  
end  
fprintf(fid, ' ] \n');  
fclose(fid);
```

Figura A.1\_ Algoritmos escrito em Matlab para a construção dos vectores de procura diária.

# Apêndice B

Tabela 1\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	91	0,1062	3,244	247,2
60	177	0,2372	6,725	542,6
90	269	0,2032	10,859	852,8
120	359	0,3492	14,154	1117,6
150	447	0,2154	19,418	1464,8

Tabela 2\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	50%
60	60	60	0	50%
90	90	90	0	50%
120	120	120	0	50%
150	150	150	0	50%

Tabela 1\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	21	0,1282	5,2855	338,8
60	41	0,3214	11,14138	690,4
90	62	0,2152	17,64728	1079,8
120	82	0,3932	24,8154	1447,4
150	104	0,3214	32,1878	1829,8

Tabela 4\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	19	30	11	12%
60	37	60	23	10%
90	56	90	34	11%
120	75	120	45	11%
150	92	150	58	12%

Tabela 5\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	0	0,028	0,07628	0
60	0	0,022	0,14942	0

<b>90</b>	0	0,0342	0,22272	0
<b>120</b>	0	0,0436	0,29598	0
<b>150</b>	0	0,0282	0,3692	0

Tabela 6\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	0	30	30	0%
<b>60</b>	0	60	60	0%
<b>90</b>	0	90	90	0%
<b>120</b>	0	120	120	0%
<b>150</b>	0	150	150	0%

Tabela 7\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	0	0,0282	0,14014	0
<b>60</b>	0	0,0434	0,2776	0
<b>90</b>	0	0,031	0,4152	0
<b>120</b>	0	0,0564	0,55274	0
<b>150</b>	0	0,0344	0,69026	0

Tabela 2\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	0	30	30	0%
<b>60</b>	0	60	60	0%
<b>90</b>	0	90	90	0%
<b>120</b>	0	120	120	0%
<b>150</b>	0	150	150	0%

Tabela 9\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	179	0,137	3,0296	228,2
<b>60</b>	356	0,1436	6,16018	463
<b>90</b>	529	0,1532	10,68678	739,4
<b>120</b>	713	0,2464	13,62974	997,4
<b>150</b>	900	0,1562	16,0895	1233,4

Tabela 3\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	30	30	0	67%
<b>60</b>	60	60	0	66%
<b>90</b>	90	90	0	66%
<b>120</b>	120	120	0	66%

150	150	150	0	67%
-----	-----	-----	---	-----

Tabela 4\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	97	0,2026	6,20988	484,2
60	191	0,2434	13,24742	980,6
90	283	0,2214	20,61064	1445
120	383	0,3306	30,4095	2043,8
150	487	0,3712	40,74994	2642,2

Tabela 5\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	26	30	4	36%
60	52	60	8	36%
90	77	90	13	35%
120	104	120	16	36%
150	131	150	19	36%

Tabela 6\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	23	0,1874	8,64808	473,2
60	43	0,3868	18,45364	948
90	62	0,2748	28,66082	1409,4
120	85	0,8392	39,20278	1903,4
150	111	0,6242	52,3315	2495,8

Tabela 7\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	14	30	16	8%
60	27	60	33	8%
90	40	90	50	8%
120	53	120	67	8%
150	68	150	82	9%

Tabela 8\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	0	0,0502	0,14208	0
60	0	0,047	0,28154	0
90	0	0,0344	0,42092	0
120	0	0,0314	0,56054	0
150	0	0,0404	0,70014	0

Tabela 9\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	0	30	30	0%
60	0	60	60	0%
90	0	90	90	0%
120	0	120	120	0%
150	0	150	150	0%

Tabela 10\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	379	0,1562	3,32182	132,2
60	777	0,2152	6,70656	406
90	1187	0,1904	10,1333	600,6
120	1582	0,206	13,79666	820
150	1985	0,3246	19,17292	1063

Tabela 11\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	81%
60	60	60	0	81%
90	90	90	0	81%
120	120	120	0	81%
150	150	150	0	82%

Tabela 12\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
30	291	0,1278	6,0974	451,8
60	601	0,362	12,70156	955,6
90	923	0,3244	20,77974	1462,4
120	1231	0,2246	28,11922	1891
150	1546	0,2962	37,82916	2385,8

Tabela 13\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	29	30	1	62%
60	58	60	2	63%
90	86	90	4	63%
120	115	120	5	63%
150	144	150	6	64%

Tabela 14\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 1ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
------	-------------	----------------------------	-------	------------------------------

<b>30</b>	187	0,1716	10,66966	727,4
<b>60</b>	388	0,3028	24,06988	1504,4
<b>90</b>	604	0,4774	41,49302	2547
<b>120</b>	804	1,3258	55,19532	3127,8
<b>150</b>	1011	0,7676	70,07766	3886,2

Tabela 22\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	24	30	6	40%
<b>60</b>	49	60	11	41%
<b>90</b>	75	90	15	41%
<b>120</b>	101	120	19	41%
<b>150</b>	126	150	24	42%

Tabela 23\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	23	0,3586	16,35164	689,2
<b>60</b>	50	0,5896	35,28504	1489,2
<b>90</b>	81	0,9234	56,0498	2239
<b>120</b>	110	1,214	83,633	3452,8
<b>150</b>	138	1,0638	110,5908	4431

Tabela 24\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	8	30	22	5%
<b>60</b>	17	60	43	5%
<b>90</b>	28	90	62	5%
<b>120</b>	37	120	83	6%
<b>150</b>	47	150	103	6%

Tabela 25\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	863	0,3276	4,69532	51
<b>60</b>	1758	0,2868	9,04794	254,4
<b>90</b>	2615	0,2934	12,28066	486
<b>120</b>	3482	0,2618	20,15302	639,8
<b>150</b>	4323	0,2998	25,73166	840,6

Tabela 15\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	30	30	0	91%
<b>60</b>	60	60	0	91%

<b>90</b>	90	90	0	91%
<b>120</b>	120	120	0	91%
<b>150</b>	150	150	0	91%

Tabela 16\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	682	0,2402	5,32322	461,4
<b>60</b>	1579	0,3054	11,74348	782,2
<b>90</b>	2347	0,2872	18,643	1264,4
<b>120</b>	3124	0,2932	29,23184	1657,8
<b>150</b>	3876	0,287	33,84496	2154,8

Tabela 17\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	30	30	0	72%
<b>60</b>	60	60	0	83%
<b>90</b>	89	90	1	81%
<b>120</b>	119	120	1	81%
<b>150</b>	148	150	2	81%

Tabela 18\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	654	0,2588	10,64742	710,2
<b>60</b>	1343	0,3654	22,67548	1442,2
<b>90</b>	1996	0,2436	35,59272	2201,2
<b>120</b>	2656	0,521	51,40156	2928
<b>150</b>	3294	0,5238	65,37464	3641,6

Tabela 19\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>30</b>	29	30	1	69%
<b>60</b>	58	60	2	69%
<b>90</b>	87	90	3	69%
<b>120</b>	116	120	4	69%
<b>150</b>	144	150	6	69%

Tabela 20\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 1ª Formulação

<b>Dias</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>30</b>	383	0,5116	26,05432	1541,4
<b>60</b>	804	0,786	50,19486	2741
<b>90</b>	1191	0,546	86,28842	4405,6
<b>120</b>	1581	1,3946	132,2185	6750,2
<b>150</b>	1953	0,986	175,4201	8513

Tabela 21\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 1ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	24	30	6	40%
60	50	60	10	41%
90	74	90	16	41%
120	99	120	21	41%
150	123	150	27	41%

Tabela 22\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Ótimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	91	0,1062	3,24406	247,2
6	21	0,1282	5,2855	338,8
10	0	0,028	0,07628	0
20	0	0,0282	0,14014	0

Tabela 34\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	50%
6	19	30	11	12%
10	0	30	30	0%
20	0	30	30	0%

Tabela 23\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Ótimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	177	0,2372	6,7251	542,6
6	41	0,3214	11,14138	690,4
10	0	0,022	0,14942	0
20	0	0,0434	0,2776	0

Tabela 24\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	50%
6	37	60	23	10%
10	0	60	60	0%
20	0	60	60	0%

Tabela 25\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Ótimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
---------	-------------	-----------------------------	-------	------------------------------



<b>3</b>	269	0,2032	10,859	852,8
<b>6</b>	62	0,2152	17,64728	1079,8
<b>10</b>	0	0,0342	0,22272	0
<b>20</b>	0	0,031	0,4152	0

Tabela 26\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	90	90	0	50%
<b>6</b>	56	90	34	11%
<b>10</b>	0	90	90	0%
<b>20</b>	0	90	90	0%

Tabela 27\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	359	0,3492	14,1541	1117,6
<b>6</b>	82	0,3932	24,8154	1447,4
<b>10</b>	0	0,0436	0,29598	0
<b>20</b>	0	0,0564	0,55274	0

Tabela 40\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	120	120	0	50%
<b>6</b>	75	120	45	11%
<b>10</b>	0	120	120	0%
<b>20</b>	0	120	120	0%

Tabela 41\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	447	0,2154	19,41826	1464,8
<b>6</b>	104	0,3214	32,1878	1829,8
<b>10</b>	0	0,0282	0,3692	0
<b>20</b>	0	0,0344	0,69026	0

Tabela 28\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	150	150	0	50%
<b>6</b>	92	150	58	12%
<b>10</b>	0	150	150	0%

<b>20</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>0%</b>
-----------	----------	------------	------------	-----------

Tabela 29\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	179	0,137	3,0296	228,2
<b>6</b>	97	0,2026	6,20988	484,2
<b>10</b>	23	0,1874	8,64808	473,2
<b>20</b>	0	0,0502	0,14208	0

Tabela 30\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	30	30	0	67%
<b>6</b>	26	30	4	36%
<b>10</b>	14	30	15,8	8%
<b>20</b>	0	30	30	0%

Tabela 31\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	356	0,1436	6,16018	463
<b>6</b>	191	0,2434	13,24742	980,6
<b>10</b>	43	0,3868	18,45364	948
<b>20</b>	0	0,047	0,28154	0

Tabela 32\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	60	60	0	66%
<b>6</b>	52	60	8	36%
<b>10</b>	27	60	33,2	8%
<b>20</b>	0	60	60	0%

Tabela 33\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	529	0,1532	10,68678	739,4
<b>6</b>	283	0,2214	20,61064	1445
<b>10</b>	62	0,2748	28,66082	1409,4
<b>20</b>	0	0,0344	0,42092	0

Tabela 34\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias</b>	<b>Máximo de dias de</b>	<b>Diferença de dias entre as</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
----------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

	de Trabalho	Trabalho	equipas de trabalho	
<b>3</b>	90	90	0	66%
<b>6</b>	77	90	13	35%
<b>10</b>	40	90	50	8%
<b>20</b>	0	90	90	0%

Tabela 35\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
<b>3</b>	713	0,2464	13,62974	997,4
<b>6</b>	383	0,3306	30,4095	2043,8
<b>10</b>	85	0,8392	39,20278	1903,4
<b>20</b>	0	0,0314	0,56054	0

Tabela 36\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
<b>3</b>	120	120	0	66%
<b>6</b>	104	120	16	36%
<b>10</b>	53	120	67	8%
<b>20</b>	0	120	120	0%

Tabela 37\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
<b>3</b>	900	0,1562	16,0895	1233,4
<b>6</b>	487	0,3712	40,74994	2642,2
<b>10</b>	111	0,6242	52,3315	2495,8
<b>20</b>	0	0,0404	0,70014	0

Tabela 38\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
<b>3</b>	150	150	0	67%
<b>6</b>	131	150	19	36%
<b>10</b>	68	150	82	9%
<b>20</b>	0	150	150	0%

Tabela 39\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
<b>3</b>	379	0,1562	3,32182	132,2
<b>6</b>	291	0,1278	6,0974	451,8
<b>10</b>	187	0,1716	10,66966	727,4
<b>20</b>	23	0,3586	16,35164	689,2

Tabela 40\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	81%
6	29	30	1	62%
10	24	30	5,6	40%
20	8	30	21,8	5%

Tabela 41\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	777	0,2152	6,70656	406
6	601	0,362	12,70156	955,6
10	388	0,3028	24,06988	1504,4
20	50	0,5896	35,28504	1489,2

Tabela 42\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	81%
6	58	60	2	63%
10	49	60	11	41%
20	17	60	43	5%

Tabela 43\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	1187	0,1904	10,1333	600,6
6	923	0,3244	20,77974	1462,4
10	604	0,4774	41,49302	2547
20	81	0,9234	56,0498	2239

Tabela 44\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	81%
6	86	90	4	63
10	75	90	15	41%
20	28	90	62	5%

Tabela 45\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	1582	0,206	13,79666	820
6	1231	0,2246	28,11922	1891
10	804	1,3258	55,19532	3127,8

<b>20</b>	110	1,214	83,633	3452,8
-----------	-----	-------	--------	--------

Tabela 46\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	120	120	0	81%
<b>6</b>	115	120	5	63%
<b>10</b>	101	120	19	41%
<b>20</b>	37	120	83	6%

Tabela 47\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Óptimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	1985	0,3246	19,17292	1063
<b>6</b>	1546	0,2962	37,82916	2385,8
<b>10</b>	1011	0,7676	70,07766	3886,2
<b>20</b>	138	1,0638	110,5908	4431

Tabela 62\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	150	150	0	82%
<b>6</b>	144	150	6	64%
<b>10</b>	126	150	24	42%
<b>20</b>	47	150	103	6%

Tabela 48\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Óptimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	863	0,3276	4,69532	51
<b>6</b>	682	0,2402	5,32322	461,4
<b>10</b>	654	0,2588	10,64742	710,2
<b>20</b>	383	0,5116	26,05432	1541,4

Tabela 49\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	30	30	0	91%
<b>6</b>	30	30	0	72%
<b>10</b>	29	30	1	69%
<b>20</b>	24	30	6	40%

Tabela 50\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Óptimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	1758	0,2868	9,04794	254,4

<b>6</b>	1579	0,3054	11,74348	782,2
<b>10</b>	1343	0,3654	22,67548	1442,2
<b>20</b>	804	0,786	50,19486	2741

Tabela 66\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	60	60	0	91%
<b>6</b>	60	60	0	83%
<b>10</b>	58	60	2	69%
<b>20</b>	50	60	10	41%

Tabela 51\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	2615	0,2934	12,28066	486
<b>6</b>	2347	0,2872	18,643	1264,4
<b>10</b>	1996	0,2436	35,59272	2201,2
<b>20</b>	1191	0,546	86,28842	4405,6

Tabela 52\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	90	90	0	91%
<b>6</b>	89	90	1	81%
<b>10</b>	87	90	3	69%
<b>20</b>	74	90	16	41%

Tabela 53\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	3482	0,2618	20,15302	639,8
<b>6</b>	3124	0,2932	29,23184	1657,8
<b>10</b>	2656	0,521	51,40156	2928
<b>20</b>	1581	1,3946	132,2185	6750,2

Tabela 54\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

<b>Equipas</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	120	120	0	91%
<b>6</b>	119	120	1	81%
<b>10</b>	116	120	4	69%
<b>20</b>	99	120	21	41%

Tabela 55\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	4323	0,2998	25,73166	840,6
6	3876	0,287	33,84496	2154,8
10	3294	0,5238	65,37464	3641,6
20	1953	0,986	175,4201	8513

Tabela 56\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 1

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	91%
6	148,2	150	1,8	81%
10	143,6	150	6,4	69%
20	123	150	27	41%

Tabela 57\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	91	0,1062	3,24406	247,2
5	179	0,137	3,0296	228,2
10	379	0,1562	3,32182	132,2
20	863	0,3276	4,69532	51

Tabela 58\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	50%
5	30	30	0	67%
10	30	30	0	81%
20	30	30	0	91%

Tabela 59\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	177	0,2372	6,7251	542,6
5	356	0,1436	6,16018	463
10	777	0,2152	6,70656	406
20	1758	0,2868	9,04794	254,4

Tabela 76\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	50%
5	60	60	0	66%
10	60	60	0	81%
20	60	60	0	91%

Tabela 60\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	269	0,2032	10,859	852,8
5	529	0,1532	10,68678	739,4
10	1187	0,1904	10,1333	600,6
20	2615	0,2934	12,28066	486

Tabela 61\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	50%
5	90	90	0	66%
10	90	90	0	81%
20	90	90	0	91%

Tabela 62\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	359	0,3492	14,1541	1117,6
5	713	0,2464	13,62974	997,4
10	1582	0,206	13,79666	820
20	3482	0,2618	20,15302	639,8

Tabela 63\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	50%
5	120	120	0	66%
10	120	120	0	81%
20	120	120	0	91%

Tabela 64\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	447	0,2154	19,41826	1464,8
5	900	0,1562	16,0895	1233,4



<b>10</b>	1985	0,3246	19,17292	1063
<b>20</b>	4323	0,2998	25,73166	840,6

Tabela 65\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	150	150	0	50%
<b>5</b>	150	150	0	67%
<b>10</b>	150	150	0	82%
<b>20</b>	150	150	0	91%

Tabela 66\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	21	0,1282	5,2855	338,8
<b>5</b>	97	0,2026	6,20988	484,2
<b>10</b>	291	0,1278	6,0974	451,8
<b>20</b>	682	0,2402	5,32322	461,4

Tabela 67\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	19	30	11	12%
<b>5</b>	26	30	4	36%
<b>10</b>	29	30	1	62%
<b>20</b>	30	30	0	72%

Tabela 68\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	41	0,3214	11,14138	690,4
<b>5</b>	191	0,2434	13,24742	980,6
<b>10</b>	601	0,362	12,70156	955,6
<b>20</b>	1579	0,3054	11,74348	782,2

Tabela 69\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	37	60	23	10%
<b>5</b>	52	60	8	36%
<b>10</b>	58	60	2	63%
<b>20</b>	60	60	0	83%

Tabela 70\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
----------------	--------------------	------------------------------------	--------------	-------------------------------------

<b>3</b>	62	0,2152	17,647	1079,8
<b>5</b>	283	0,2214	20,61064	1445
<b>10</b>	923	0,3244	20,77974	1462,4
<b>20</b>	2347	0,2872	18,643	1264,4

Tabela 71\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipes E=6 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipes de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	56	90	34	11%
<b>5</b>	77	90	13	35%
<b>10</b>	86	90	4	63%
<b>20</b>	89	90	1	81%

Tabela 72\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipes E=6 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	82	0,3932	24,8154	1447,4
<b>5</b>	383	0,3306	30,4095	2043,8
<b>10</b>	1231	0,2246	28,11922	1891
<b>20</b>	3124	0,2932	29,23184	1657,8

Tabela 73\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipes E=6 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipes de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	75	120	45	11%
<b>5</b>	104	120	16	36%
<b>10</b>	115	120	5	63%
<b>20</b>	119	120	1	81%

Tabela 74\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipes E=6 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo, Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	104	0,3214	32,1878	1829,8
<b>5</b>	487	0,3712	40,74994	2642,2
<b>10</b>	1546	0,2962	37,82916	2385,8
<b>20</b>	3876	0,287	33,84496	2154,8

Tabela 75\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipes E=6 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipes de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	92	150	58	12%
<b>5</b>	131	150	19	36%
<b>10</b>	144	150	6	64%
<b>20</b>	148	150	2	81%

Tabela 76\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,028	0,07628	0
5	23	0,1874	8,64808	473,2
10	187	0,1716	10,66966	727,4
20	654	0,2588	10,64742	710,2

Tabela 77\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	30	30	0%
5	14	30	16	8%
10	24	30	6	40%
20	29	30	1	69%

Tabela 78\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,022	0,14942	0
5	43	0,3868	18,45364	948
10	388	0,3028	24,06988	1504,4
20	1343	0,3654	22,67548	1442,2

Tabela 79\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	60	60	0%
5	27	60	33	8%
10	49	60	11	41%
20	58	60	2	69%

Tabela 80\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,0342	0,223	0
5	62	0,2748	28,66082	1409,4
10	604	0,4774	41,49302	2547
20	1996	0,2436	35,59272	2201,2

Tabela 81\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	90	90	0%
5	40	90	50	8%
10	75	90	15	41%

20	87	90	3	69%
----	----	----	---	-----

Tabela 82\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,0436	0,29598	0
5	85	0,8392	39,20278	1903,4
10	804	1,3258	55,19532	3127,8
20	2656	0,521	51,40156	2928

Tabela 83\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	120	120	0%
5	53	120	67	8%
10	101	120	19	41%
20	116	120	4	69%

Tabela 84\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,0282	0,3692	0
5	111	0,6242	52,3315	2495,8
10	1011	0,7676	70,07766	3886,2
20	3294	0,5238	65,37464	3641,6

Tabela 85\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	150	150	0%
5	68	150	82	9%
10	126	150	24	42%
20	144	150	6	69%

Tabela 86\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Valor Óptimo	Tempo, Computacional (seg.)	Ticks	Número de iterações do Cplex
3	0	0,0282	0,14014	0
5	0	0,0502	0,14208	0
10	23	0,3586	16,35164	689,2
20	383	0,5116	26,05432	1541,4

Tabela 87\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 30 dias e variando a procura, na formulação 1

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	0	30	30	0%

<b>5</b>	0	30	30	0%
<b>10</b>	8	30	22	5%
<b>20</b>	24	30	6	40%

Tabela 88\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	0	0,0434	0,2776	0
<b>5</b>	0	0,047	0,28154	0
<b>10</b>	50	0,5896	35,28504	1489,2
<b>20</b>	804	0,786	50,19486	2741

Tabela 89\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 60 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	0	60	60	0%
<b>5</b>	0	60	60	0%
<b>10</b>	17	60	43	5%
<b>20</b>	50	60	10	41%

Tabela 90\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	0	0,031	0,415	0
<b>5</b>	0	0,0344	0,42092	0
<b>10</b>	81	0,9234	56,0498	2239
<b>20</b>	1191	0,546	86,28842	4405,6

Tabela 91\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 90 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	0	90	90	0%
<b>5</b>	0	90	90	0%
<b>10</b>	28	90	62	5%
<b>20</b>	74	90	16	41%

Tabela 92\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Ótimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	0	0,0564	0,55274	0
<b>5</b>	0	0,0314	0,56054	0
<b>10</b>	110	1,214	83,633	3452,8
<b>20</b>	1581	1,3946	132,2185	6750,2

Tabela 93\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 120 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	0	120	120	0%
<b>5</b>	0	120	120	0%
<b>10</b>	37	120	83	6%
<b>20</b>	99	120	21	41%

Tabela 94\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Valor Óptimo</b>	<b>Tempo Computacional (seg.)</b>	<b>Ticks</b>	<b>Número de iterações do Cplex</b>
<b>3</b>	0	0,0344	0,69026	0
<b>5</b>	0	0,0404	0,70014	0
<b>10</b>	138	1,0638	110,5908	4431
<b>20</b>	1953	0,986	175,4201	8513

Tabela 95\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 150 dias e variando a procura, na formulação 1

<b>Procura</b>	<b>Mínimo de dias de Trabalho</b>	<b>Máximo de dias de Trabalho</b>	<b>Diferença de dias entre as equipas de trabalho</b>	<b>% Procura Insatisfeita</b>
<b>3</b>	0	150	150	0%
<b>5</b>	0	150	150	0%
<b>10</b>	47	150	103	6%
<b>20</b>	123	150	27	41%

# Apêndice C

Tabela 96\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	127	0,1562	12,379	171,2
60	249	0,8924	33,068	510,2
90	377	1,423	55,733	877,4
120	502,8	1,1826	88,045	1480
150	627,4	1,2546	150,588	1954,6

Tabela 97\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	70%
60	36	36	0	70%
90	54	54	0	70%
120	72	72	0	70%
150	90	90	0	70%

Tabela 98\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	73	0,7208	50,83178	560,6
60	141	2,5338	232,7443	1476,4
90	215	10,9016	795,637	2906,6
120	286,8	12,1306	1492,26	4300,4
150	357,4	22,1866	2596,32	6109,6

Tabela 99\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	40%
60	36	36	0	40%
90	54	54	0	40%
120	72	72	0	40%
150	90	90	0	40%

Tabela 100\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	8,6	0,9766	124,5295	836,6
60	16,4	7,884	865,7074	2634,4
90	27	25,7216	2293,06	4880,8
120	34,4	46,17	4704,64	7954,8
150	44	102,0336	8095,34	12349,6

Tabela 101\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	16	18	2	5%
60	33	36	3	5%
90	33	36	3	5%
120	66	71	5	5%
150	82	88	6	5%

Tabela 102\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	0	0,4306	70,1934	369
60	0	1,8344	144,7605	630,8
90	0	3,2636	219,0857	1152,8
120	0	3,3948	296,9972	1525,4
150	0	7,669	396,3419	1988,6

Tabela 103\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	15	15	0	0%
60	30	31	1	0%
90	46	46	0	0%
120	60	62	2	0%
150	76	81	5	0%

Tabela 104\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	215,4	0,1278	12,9231	201,2
60	427,8	0,914	32,74582	475,8
90	636,6	1,3726	53,39412	747,2
120	857,2	1,033	83,89512	1177,8
150	1079,6	2,5584	113,5333	1466,6

Tabela 105\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	80%
60	36	36	0	80%
90	54	54	0	80%
120	72	72	0	80%
150	90	90	0	80%



Tabela 106\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	161,4	0,5334	35,82276	479
60	319,8	1,2636	97,93706	1211,4
90	474,6	4,5396	344,7341	2118
120	641,2	5,5534	478,2019	2937,4
150	809,6	9,304	967,8954	4092,6

Tabela 107\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	60%
60	36	36	0	60%
90	54	54	0	59%
120	72	72	0	60%
150	90	90	0	60%

Tabela 108\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	89,4	1,07	97,1322	775,6
60	176	6,7638	773,6382	2575,4
90	260	20,667	1963,2	4838,4
120	356	35,0782	3605,86	7441
150	455,8	60,1664	6943,76	10924,2

Tabela 109\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	33%
60	36	36	0	33%
90	54	54	0	33%
120	72	72	0	33%
150	89	90	1	34%

Tabela 110\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	0	1,142	100,5131	598,2
60	0	1,9846	178,1786	817,8
90	0	4,736	379,843	1755
120	0	6,443	637,0206	2386,2
150	0	17,0636	1018,894	3126,6

Tabela 111\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	15	17	2	0%
60	30	32	2	0%
90	45	46	1	0%
120	60	62	2	0%
150	75	77	2	0%

Tabela 112\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	415	0,1464	12,73084	213,6
60	849,2	1,1764	32,5021	424,4
90	1294,8	2,0282	60,91964	667
120	1726,4	0,4896	77,18498	1021
150	2164,8	2,6456	106,6189	1338,2

Tabela 113\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	89%
60	36	36	0	89%
90	54	54	0	89%
120	72	72	0	89%
150	90	90	0	89%

Tabela 114\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	361	0,805	25,39262	338,8
60	741,2	1,1918	66,44972	918,2
90	1132,8	2,1624	119,9376	1523,8
120	1510,4	2,0592	205,587	2119,6
150	1894,8	3,5318	265,6298	2753,8

Tabela 115\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	77%
60	36	36	0	78%
90	54	54	0	78%
120	72	72	0	78%
150	90	90	0	78%

Tabela 116\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	289	0,546	45,95114	612,6
60	597,2	1,4448	141,9221	1640
90	916,8	3,1328	305,7273	2770,6
120	1222,4	9,2882	998,9799	4054,4
150	1534,8	17,2724	1391,039	6066,4

Tabela 117\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	61%
60	36	36	0	62%
90	54	54	0	63%
120	72	72	0	63%
150	90	90	0	63%

Tabela 118\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	109,2	3,5912	276,0826	1585,4
60	241,4	22,227	2607,06	5347,8
90	388	63,2896	5458,98	9914,6
120	524,2	87,5508	11708,54	15981,4
150	664,4	177,3918	23529,8	16855,4

Tabela 119\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	23%
60	35	36	1	25%
90	52	54	2	27%
120	70	72	2	27%
150	87	90	3	27%

Tabela 120\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	899,4	0,3058	14,7526	187,4
60	1830,2	0,6518	31,79314	355,4
90	2723,2	0,6894	51,47274	572,8
120	3625,8	0,4554	77,16938	915,4
150	4503,4	1,198	97,87632	1214,8

Tabela 121\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	94%
60	36	36	0	94%
90	54	54	0	94%
120	72	72	0	94%
150	90	90	0	94%

Tabela 122\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	845,4	0,5428	26,83732	345,8
60	1722,2	0,7708	64,59076	750,6
90	2561,2	1,6288	110,7524	1351,8
120	3409,8	1,6722	162,4717	1832,6
150	4233,4	1,3634	215,0111	2419

Tabela 123\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	89%
60	36	36	0	89%
90	54	54	0	89%
120	72	72	0	89%
150	90	90	0	89%

Tabela 124\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	773,4	0,6272	48,51654	483
60	1578,2	1,7004	109,4096	1250,4
90	2345,2	1,9594	192,1529	2152,4
120	3121,8	2,6084	301,2745	3018
150	3873,4	3,382	523,0859	5240,6

Tabela 125\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	81%
60	36	36	0	81%
90	54	54	0	81%
120	72	72	0	81%
150	90	90	0	81%

Tabela 126\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 2ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	593,4	0,9922	92,69812	968,4
60	1218,2	2,8862	272,539	2500,4
90	1805,2	13,1542	1078,647	5451,4

120	2401,8	22,48	2658,84	7998
150	2973,4	59,4176	3832,794	11236,6

Tabela 127\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 2ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	62%
60	36	36	0	63%
90	54	54	0	63%
120	72	72	0	63%
150	90	90	0	62%

Tabela 128\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	127	0,1562	12,3794	171,2
6	73	0,7208	50,83178	560,6
10	8,6	0,9766	124,5295	836,6
20	0	0,4306	70,1934	369

Tabela 129\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	70%
6	18	18	0	40%
10	16	18	2	5%
20	15	15	0	0%

Tabela 130\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	249	0,8924	33,06786	510,2
6	141	2,5338	232,7443	1476,4
10	16,4	7,884	865,7074	2634,4
20	0	1,8344	144,7605	630,8

Tabela 131\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	70%
6	36	36	0	40%
10	33	36	3	5%
20	30	31	1	0%

Tabela 132\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
---------	-------------	-----------------------------	-------	--------------------------

3	377	1,423	55,733	877,4
6	215	10,9016	795,637	2906,6
10	27	25,7216	2293,06	4880,8
20	0	3,2636	219,0857	1152,8

Tabela 133\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	70%
6	54	54	0	40%
10	33	36	3	5%
20	46	46	0	0%

Tabela 134\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	502,8	1,1826	88,04462	1480
6	286,8	12,1306	1492,26	4300,4
10	34,4	46,17	4704,64	7954,8
20	0	3,3948	296,9972	1525,4

Tabela 135\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	70%
6	72	72	0	40%
10	66	71	5	5%
20	60	62	2	0%

Tabela 136\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	627,4	1,2546	150,5878	1954,6
6	357,4	22,1866	2596,32	6109,6
10	44	102,0336	8095,34	12349,6
20	0	7,669	396,3419	1988,6

Tabela 137\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	70%
6	90	90	0	40%

10	82	88	6	5%
20	76	81	5	0%

Tabela 138\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	215,4	0,1278	12,9231	201,2
6	161,4	0,5334	35,82276	479
10	89,4	1,07	97,1322	775,6
20	0	1,142	100,5131	598,2

Tabela 139\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	80%
6	18	18	0	60%
10	18	18	0	33%
20	15	17	2	0%

Tabela 140\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	427,8	0,914	32,74582	475,8
6	319,8	1,2636	97,93706	1211,4
10	176	6,7638	773,6382	2575,4
20	0	1,9846	178,1786	817,8

Tabela 141\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	80%
6	36	36	0	60%
10	36	36	0	33%
20	30	32	2	0%

Tabela 142\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	636,6	1,3726	53,39412	747,2
6	474,6	4,5396	344,7341	2118
10	260	20,667	1963,2	4838,4
20	0	4,736	379,843	1755

Tabela 143\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	80%
6	54	54	0	59%
10	54	54	0	33%

Tabela 144\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	857,2	1,033	83,89512	1177,8
6	641,2	5,5534	478,2019	2937,4
10	356	35,0782	3605,86	7441
20	0	6,443	637,0206	2386,2

Tabela 145\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	80%
6	72	72	0	60%
10	72	72	0	33%
20	60	62	2	0%

Tabela 146\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	1079,6	2,5584	113,5333	1466,6
6	809,6	9,304	967,8954	4092,6
10	455,8	60,1664	6943,76	10924,2
20	0	17,0636	1018,894	3126,6

Tabela 147\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	80%
6	90	90	0	60%
10	89	90	1	34%
20	75	77	2	0%



Tabela 148\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	415	0,1464	12,73084	213,6
6	361	0,805	25,39262	338,8
10	289	0,546	45,95114	612,6
20	109,2	3,5912	276,0826	1585,4

Tabela 149\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	89%
6	18	18	0	77%
10	18	18	0	61%
20	18	18	0	23%

Tabela 150\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	849,2	1,1764	32,5021	424,4
6	741,2	1,1918	66,44972	918,2
10	597,2	1,4448	141,9221	1640
20	241,4	22,227	2607,06	5347,8

Tabela 151\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	89%
6	36	36	0	78%
10	36	36	0	62%
20	35	36	1	25%

Tabela 152\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	1294,8	2,0282	60,91964	667
6	1132,8	2,1624	119,9376	1523,8
10	916,8	3,1328	305,7273	2770,6
20	388	63,2896	5458,98	9914,6

Tabela 153\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	89%
6	54	54	0	1
10	54	54	0	63%

20	52	54	2	27%
----	----	----	---	-----

Tabela 154\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	1726,4	0,4896	77,18498	1021
6	1510,4	2,0592	205,587	2119,6
10	1222,4	9,2882	998,9799	4054,4
20	524,2	87,5508	11708,54	15981,4

Tabela 155\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	89%
6	72	72	0	78%
10	72	72	0	63%
20	70	72	2	27%

Tabela 156\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	2164,8	2,6456	106,6189	1338,2
6	1894,8	3,5318	265,6298	2753,8
10	1534,8	17,2724	1391,039	6066,4
20	664,4	177,3918	23529,8	16855,4

Tabela 157\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	89%
6	90	90	0	78%
10	90	90	0	63%
20	87	90	3	27%

Tabela 158\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	899,4	0,3058	14,7526	187,4
6	845,4	0,5428	26,83732	345,8
10	773,4	0,6272	48,51654	483
20	593,4	0,9922	92,69812	968,4

Tabela 159\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	94%
6	18	18	0	89%
10	18	18	0	81%
20	18	18	0	62%

Tabela 160\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	1830,2	0,6518	31,79314	355,4
6	1722,2	0,7708	64,59076	750,6
10	1578,2	1,7004	109,4096	1250,4
20	1218,2	2,8862	272,539	2500,4

Tabela 161\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	94%
6	36	36	0	89%
10	36	36	0	81%
20	36	36	0	63%

Tabela 162\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	2723,2	0,6894	51,47274	572,8
6	2561,2	1,6288	110,7524	1351,8
10	2345,2	1,9594	192,1529	2152,4
20	1805,2	13,1542	1078,647	5451,4

Tabela 163\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	94%
6	54	54	0	89%
10	54	54	0	81%
20	54	54	0	63%

Tabela 164\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	3625,8	0,4554	77,16938	915,4
6	3409,8	1,6722	162,4717	1832,6
10	3121,8	2,6084	301,2745	3018
20	2401,8	22,48	2658,84	7998

Tabela 165\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	94%
6	72	72	0	89%
10	72	72	0	81%
20	72	72	0	63%

Tabela 166\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	4503,4	1,198	97,87632	1214,8
6	4233,4	1,3634	215,0111	2419
10	3873,4	3,382	523,0859	5240,6
20	2973,4	59,4176	3832,794	11236,6

Tabela 167\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 2

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	94%
6	90	90	0	89%
10	90	90	0	81%
20	90	90	0	62%

Tabela 168\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	127	0,1562	12,3794	171,2
5	215,4	0,1278	12,9231	201,2
10	415	0,1464	12,73084	213,6
20	899,4	0,3058	14,7526	187,4

Tabela 169\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	70%
5	18	18	0	80%
10	18	18	0	89%
20	18	18	0	94%

Tabela 170\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	249	0,8924	33,06786	510,2
5	427,8	0,914	32,74582	475,8
10	849,2	1,1764	32,5021	424,4
20	1830,2	0,6518	31,79314	355,4

Tabela 171\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	70%
5	36	36	0	80%
10	36	36	0	89%
20	36	36	0	94%

Tabela 172\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	377	1,423	55,733	877,4
5	636,6	1,3726	53,39412	747,2
10	1294,8	2,0282	60,91964	667
20	2723,2	0,6894	51,47274	572,8

Tabela 173\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	70%
5	54	54	0	80%
10	54	54	0	89%
20	54	54	0	94%

Tabela 174\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	502,8	1,1826	88,04462	1480
5	857,2	1,033	83,89512	1177,8
10	1726,4	0,4896	77,18498	1021
20	3625,8	0,4554	77,16938	915,4

Tabela 175\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	70%
5	72	72	0	80%
10	72	72	0	89%
20	72	72	0	94%

Tabela 176\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	627,4	1,2546	150,5878	1954,6
5	1079,6	2,5584	113,5333	1466,6
10	2164,8	2,6456	106,6189	1338,2
20	4503,4	1,198	97,87632	1214,8

Tabela 177\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	70%
5	90	90	0	80%
10	90	90	0	89%
20	90	90	0	94%

Tabela 178\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	73	0,7208	50,83178	560,6
5	161,4	0,5334	35,82276	479
10	361	0,805	25,39262	338,8
20	845,4	0,5428	26,83732	345,8

Tabela 179\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	40%
5	18	18	0	60%
10	18	18	0	77%
20	18	18	0	89%

Tabela 180\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	141	2,5338	232,7443	1476,4
5	319,8	1,2636	97,93706	1211,4
10	741,2	1,1918	66,44972	918,2
20	1722,2	0,7708	64,59076	750,6

Tabela 181\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	40%
5	36	36	0	60%
10	36	36	0	78%
20	36	36	0	89%

Tabela 182\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	215	10,9016	795,637	2906,6
5	474,6	4,5396	344,7341	2118
10	1132,8	2,1624	119,9376	1523,8
20	2561,2	1,6288	110,7524	1351,8

Tabela 183\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	40%
5	54	54	0	59%
10	54	54	0	78%
20	54	54	0	89%

Tabela 184\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	286,8	12,1306	1492,26	4300,4
5	641,2	5,5534	478,2019	2937,4
10	1510,4	2,0592	205,587	2119,6
20	3409,8	1,6722	162,4717	1832,6

Tabela 185\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	40%
5	72	72	0	60%
10	72	72	0	78%
20	72	72	0	89%

Tabela 186\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	357,4	22,1866	2596,32	6109,6
5	809,6	9,304	967,8954	4092,6
10	1894,8	3,5318	265,6298	2753,8
20	4233,4	1,3634	215,0111	2419

Tabela 187\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=6 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	40%
5	90	90	0	60%
10	90	90	0	78%
20	90	90	0	89%

Tabela 188\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	8,6	0,9766	124,5295	836,6
5	89,4	1,07	97,1322	775,6
10	289	0,546	45,95114	612,6
20	773,4	0,6272	48,51654	483



Tabela 189\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	16	18	2	5%
5	18	18	0	33%
10	18	18	0	61%
20	18	18	0	81%

Tabela 190\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	16,4	7,884	865,7074	2634,4
5	176	6,7638	773,6382	2575,4
10	597,2	1,4448	141,9221	1640
20	1578,2	1,7004	109,4096	1250,4

Tabela 191\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	33	36	3	5%
5	36	36	0	33%
10	36	36	0	62%
20	36	36	0	81%

Tabela 192\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	27	25,7216	2293,060	4880,8
5	260	20,667	1963,2	4838,4
10	916,8	3,1328	305,7273	2770,6
20	2345,2	1,9594	192,1529	2152,4

Tabela 193\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	33	36	3	5%
5	54	54	0	33%
10	54	54	0	63%
20	54	54	0	81%

Tabela 194\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	34,4	46,17	4704,64	7954,8
5	356	35,0782	3605,86	7441
10	1222,4	9,2882	998,9799	4054,4
20	3121,8	2,6084	301,2745	3018

Tabela 195\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	66	71	5	5%
5	72	72	0	33%
10	72	72	0	63%
20	72	72	0	81%

Tabela 196\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	44	102,0336	8095,34	12349,6
5	455,8	60,1664	6943,76	10924,2
10	1534,8	17,2724	1391,039	6066,4
20	3873,4	3,382	523,0859	5240,6

Tabela 197\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=10 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	82	88	6	5%
5	89	90	1	34%
10	90	90	0	63%
20	90	90	0	81%

Tabela 198\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	0	0,4306	70,1934	369
5	0	1,142	100,5131	598,2
10	109,2	3,5912	276,0826	1585,4
20	593,4	0,9922	92,69812	968,4

Tabela 199\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 30 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias	Máximo de dias de	Diferença de dias entre	% Procura Insatisfeita
---------	----------------	-------------------	-------------------------	------------------------

	de Trabalho	Trabalho	as equipas de trabalho	
3	15	15	0	0%
5	15	17	2	0%
10	18	18	0	23%
20	18	18	0	62%

Tabela 200\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	0	1,8344	144,7605	630,8
5	0	1,9846	178,1786	817,8
10	241,4	22,227	2607,06	5347,8
20	1218,2	2,8862	272,539	2500,4

Tabela 201\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 60 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	31	1	0%
5	30	32	2	0%
10	35	36	1	25%
20	36	36	0	63%

Tabela 202\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	0	3,2636	219,086	1152,8
5	0	4,736	379,843	1755
10	388	63,2896	5458,98	9914,6
20	1805,2	13,1542	1078,647	5451,4

Tabela 203\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 90 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	46	46	0	0%
5	45	46	1	0%
10	52	54	2	27%
20	54	54	0	63%

Tabela 204\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	0	3,3948	296,9972	1525,4

5	0	6,443	637,0206	2386,2
10	524,2	87,5508	11708,54	15981,4
20	2401,8	22,48	2658,84	7998

Tabela 205\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 120 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	62	2	0%
5	60	62	2	0%
10	70	72	2	27%
20	72	72	0	63%

Tabela 206\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	0	7,669	396,3419	1988,6
5	0	17,0636	1018,894	3126,6
10	664,4	177,3918	23529,8	16855,4
20	2973,4	59,4176	3832,794	11236,6

Tabela 207\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=20 para 150 dias e variando a procura, na formulação 2

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	76	81	5	0%
5	75	77	2	0%
10	87	90	3	27%
20	90	90	0	62%

# Apêndice D

Tabela 208\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	30	0,1062	3,244	247,2
60	60	0,2372	6,725	542,6
90	90	0,2032	10,859	852,8
120	120	0,3492	14,154	1117,6
150	150	0,2154	19,418	1464,8

Tabela 209\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	50%
60	60	60	0	50%
90	90	90	0	50%
120	120	120	0	50%
150	150	150	0	50%

Tabela 210\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	26	0,3056	28,08696	787,4
60	51	0,624	69,04892	1540,8
90	76	0,9174	104,987	2117,8
120	101	1,1046	160,7738	2807
150	125	2,5366	263,0994	3544

Tabela 211\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	26	26	0	17%
60	51	51	0	15%
90	75	76	1	16%
120	100	101	1	16%
150	124	125	1	17%

Tabela 212\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	17	0,3368	30,80174	755,4
60	34	0,6866	65,56808	1518,6
90	52	1,304	121,567	1885,6
120	69	1,7098	178,4401	2348,6
150	86	2,2742	234,1769	2786,8

Tabela 213\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	16	17	1	5%
60	34	34	0	5%
90	51	52	1	5%
120	68	69	1	5%
150	85	86	1	5%

Tabela 214\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	9	0,4868	56,28876	908,8
60	18	1,3856	152,9589	1702,4
90	26	2,6426	305,1875	2544,8
120	35	1,482	125,9373	1020,6
150	43	1,348	156,0555	1175,4

Tabela 215\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	9	9	0	5%
60	17	18	1	5%
90	25	26	1	5%
120	34	35	1	5%
150	42	43	1	5%

Tabela 216\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	30	0,137	3,0296	228,2
60	60	0,1436	6,16018	463
90	90	0,1532	10,68678	739,4
120	120	0,2464	13,62974	997,4
150	150	0,1562	16,0895	1233,4

Tabela 217\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	67%
60	60	60	0	66%
90	90	90	0	66%
120	120	120	0	66%
150	150	150	0	67%

Tabela 218\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema **P<sub>0506</sub>** na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	27	0,3492	25,5305	714
60	53	0,6366	69,30788	1525,4
90	80	1,111	119,459	2153
120	106	0,6396	76,70112	1490,8
150	133	1,1324	100,5178	1907,6

Tabela 219\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema **P<sub>0506</sub>** na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	27	27	0	41%
60	53	53	0	41%
90	80	80	0	40%
120	105	106	1	41%
150	132	133	1	41%

Tabela 220\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema **P<sub>0510</sub>** na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	24	0,3712	32,78728	886,6
60	47	0,8082	90,3265	1788,2
90	70	1,348	176,9294	2691,8
120	94	1,8906	222,7398	3159,2
150	116	2,0716	256,1695	3494,4

Tabela 221\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema **P<sub>0510</sub>** na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	23	24	1	13%
60	46	47	1	13%
90	69	70	1	13%
120	93	94	1	13%
150	116	116	0	14%

Tabela 222\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema **P<sub>0520</sub>** na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	10	0,802	61,47738	928,6
60	26	1,2356	168,3146	2011,4
90	38	2,4178	216,4577	2070,6
120	51	1,2232	135,358	1382,4
150	65	1,894	175,4492	1693,6

Tabela 223\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	9	10	1	5%
60	25	26	1	5%
90	37	38	1	5%
120	51	51	0	5%
150	64	65	1	5%

Tabela 224\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	30	0,1562	3,32182	132,2
60	60	0,2152	6,70656	406
90	90	0,1904	10,1333	600,6
120	120	0,206	13,79666	820
150	150	0,3246	19,17292	1063

Tabela 225\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	81%
60	60	60	0	81%
90	90	90	0	81%
120	120	120	0	81%
150	150	150	0	82%

Tabela 226\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	28	0,3962	26,07434	612,2
60	55	0,6054	61,82342	1285,8
90	78	0,9208	112,1518	1871,2
120	104	0,814	135,5959	2049
150	126	1,797	237,3832	2825,6

Tabela 227\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	28	28	0	67%
60	54	55	1	68%
90	78	78	0	68%
120	103	104	1	68%
150	126	126	0	69%



Tabela 228\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	24	0,3962	38,75684	780,6
60	52	0,9048	127,7114	2136
90	79	1,8094	220,7093	3029,4
120	105	2,1684	316,1872	3730,8
150	130	2,3834	250,6965	2865,4

Tabela 229\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	23	24	1	45%
60	52	52	0	46%
90	78	79	1	46%
120	104	105	1	46%
150	129	130	1	47%

Tabela 230\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	20	0,7206	360,3273	1157,5023
60	44	1,2636	155,3616	2399,2
90	66	2,8738	286,3641	3503,4
120	87	2,0812	232,4712	3114,2
150	109	2,6082	284,2613	3858,8

Tabela 231\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	20	20	0	10%
60	43	44	1	10%
90	65	66	1	10%
120	86	87	1	11%
150	108	109	1	11%

Tabela 232\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	30	0,3276	4,69532	51
60	60	0,2868	9,04794	254,4
90	90	0,2934	12,28066	486
120	120	0,2618	20,15302	639,8
150	150	0,2998	25,73166	840,6

Tabela 233\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	91%
60	60	60	0	91%
90	90	90	0	91%
120	120	120	0	91%
150	150	150	0	91%

Tabela 234\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	30	0,2402	5,32322	461,4
60	60	0,3054	11,74348	782,2
90	68	0,6242	43,88176	596,8
120	90	0,5212	69,5035	795,2
150	112	0,499	82,78316	907,2

Tabela 235\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	30	30	0	72%
60	60	60	0	83%
90	68	68	0	86%
120	90	90	0	86%
150	111	112	1	86%

Tabela 236\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	24	0,546	34,4588	457,8
60	51	0,6988	61,27248	977,8
90	75	0,8952	87,06622	1251,2
120	100	1,2168	131,7206	1632
150	124	1,1984	167,5521	1986,4

Tabela 237\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	24	24	0	74%
60	50	51	1	74%
90	75	75	0	74%
120	100	100	0	74%
150	124	124	0	74%

Tabela 238\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 3ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	27	0,8426	118,1977	1814
60	53	2,0718	307,1666	3370,4
90	78	3,4538	468,3971	4450,6
120	104	2,4086	303,8694	4135,2
150	129	2,8858	383,1847	4981,6

Tabela 239\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 3ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	26	27	1	45%
60	52	53	1	46%
90	78	78	0	46%
120	103	104	1	46%
150	128	129	1	46%

Tabela 240\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	30	0,1062	3,24406	247,2
6	26	0,3056	28,08696	787,4
10	17	0,3368	30,80174	755,4
20	9	0,4868	56,28876	908,8

Tabela 241\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	50%
6	26	26	0	17%
10	16	17	1	5%
20	9	9	0	5%

Tabela 242\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	60	0,2372	6,7251	542,6
6	51	0,624	69,04892	1540,8
10	34	0,6866	65,56808	1518,6
20	18	1,3856	152,9589	1702,4

Tabela 243\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	50%
6	51	51	0	15%
10	34	34	0	5%
20	17	18	1	5%

Tabela 244\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	0,2032	10,859	852,8
6	76	0,9174	104,987	2117,8
10	52	1,304	121,567	1885,6
20	26	2,6426	305,1875	2544,8

Tabela 245\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	50%
6	75	76	1	16%
10	51	52	1	5%
20	25	26	1	5%

Tabela 246\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	120	0,3492	14,1541	1117,6
6	101	1,1046	160,7738	2807
10	69	1,7098	178,4401	2348,6
20	35	1,482	125,9373	1020,6

Tabela 247\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	50%
6	100	101	1	16%
10	68	69	1	5%
20	34	35	1	5%

Tabela 248\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	150	0,2154	19,41826	1464,8
6	125	2,5366	263,0994	3544
10	86	2,2742	234,1769	2786,8
20	43	1,348	156,0555	1175,4

Tabela 249\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	50%
6	124	125	1	17%
10	85	86	1	5%
20	42	43	1	5%

Tabela 250\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	30	0,137	3,0296	228,2
6	27	0,3492	25,5305	714
10	24	0,3712	32,78728	886,6
20	10	0,802	61,47738	928,6

Tabela 251\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	67%
6	27	27	0	41%
10	23	24	1	13%
20	9	10	1	5%

Tabela 252\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	60	0,1436	6,16018	463
6	53	0,6366	69,30788	1525,4
10	47	0,8082	90,3265	1788,2
20	26	1,2356	168,3146	2011,4

Tabela 253\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	66%
6	53	53	0	41%
10	46	47	1	13%
20	25	26	1	5%

Tabela 254\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	0,1532	10,68678	739,4
6	80	1,111	119,459	2153
10	70	1,348	176,9294	2691,8
20	38	2,4178	216,4577	2070,6

Tabela 255\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	66%
6	80	80	0	40%
10	69	70	1	13%
20	37	38	1	5%

Tabela 256\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	120	0,2464	13,62974	997,4
6	106	0,6396	76,70112	1490,8
10	94	1,8906	222,7398	3159,2
20	51	1,2232	135,358	1382,4

Tabela 257\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	66%
6	105	106	1	41%
10	93	94	1	13%
20	51	51	0	5%

Tabela 258\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	150	0,1562	16,0895	1233,4
6	133	1,1324	100,5178	1907,6
10	116	2,0716	256,1695	3494,4
20	65	1,894	175,4492	1693,6

Tabela 259\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	67%
6	132	133	1	41%
10	116	116	0	14%
20	64	65	1	5%

Tabela 260\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	30	0,1562	3,32182	132,2
6	28	0,3962	26,07434	612,2
10	24	0,3962	38,75684	780,6
20	20	0,7206	360,3273	1157,5023

Tabela 261\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	81%
6	28	28	0	67%
10	23	24	1	45%
20	20	20	0	10%

Tabela 262\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	60	0,2152	6,70656	406
6	55	0,6054	61,82342	1285,8
10	52	0,9048	127,7114	2136
20	44	1,2636	155,3616	2399,2

Tabela 263\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	81%
6	54	54,6	0,6	68%
10	52	52	0	46%
20	43	44	1	10%

Tabela 264\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	0,1904	10,1333	600,6
6	78	0,9208	112,1518	1871,2
10	79	1,8094	220,7093	3029,4
20	66	2,8738	286,3641	3503,4

Tabela 265\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	81%
6	78	78	0	68%
10	78	79	1	46%
20	65	66	1	10%

Tabela 266\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	120	0,206	13,79666	820
6	104	0,814	135,5959	2049
10	105	2,1684	316,1872	3730,8
20	87	2,0812	232,4712	3114,2

Tabela 267\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	81%
6	103	104	1	68%
10	104	105	1	46%
20	86	87	1	11%



Tabela 268\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	150	0,3246	19,17292	1063
6	126	1,797	237,3832	2825,6
10	130	2,3834	250,6965	2865,4
20	109	2,6082	284,2613	3858,8

Tabela 269\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	82%
6	126	126	0	69%
10	129	130	1	47%
20	108	109	1	11%

Tabela 270\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	30	0,3276	4,69532	51
6	30	0,2402	5,32322	461,4
10	24	0,546	34,4588	457,8
20	27	0,8426	118,1977	1814

Tabela 271\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	91%
6	30	30	0	72%
10	24	24	0	74%
20	26	27	1	45%

Tabela 272\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	60	0,2868	9,04794	254,4
6	60	0,3054	11,74348	782,2
10	51	0,6988	61,27248	977,8
20	53	2,0718	307,1666	3370,4

Tabela 273\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	91%
6	60	60	0	83%
10	50	51	1	74%
20	52	53	1	46%

Tabela 274\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	0,2934	12,28066	486
6	68	0,6242	43,88176	596,8
10	75	0,8952	87,06622	1251,2
20	78	3,4538	468,3971	4450,6

Tabela 275\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	91%
6	68	68	0	86%
10	75	75	0	74%
20	78	78	0	46%

Tabela 276\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	120	0,2618	20,15302	639,8
6	90	0,5212	69,5035	795,2
10	100	1,2168	131,7206	1632
20	104	2,4086	303,8694	4135,2

Tabela 277\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	91%
6	90	90	0	86%
10	100	100	0	74%
20	103	104	1	46%

Tabela 278\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	150	0,2998	25,73166	840,6
6	112	0,499	82,78316	907,2
10	124	1,1984	167,5521	1986,4
20	129	2,8858	383,1847	4981,6

Tabela 279\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 3

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	91%
6	111	112	1	86%
10	124	124	0	74%
20	128	129	1	46%

Tabela 280\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	30	0,1062	3,24406	247,2
5	30	0,137	3,0296	228,2
10	30	0,1562	3,32182	132,2
20	30	0,3276	4,69532	51

Tabela 281\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	30	30	0	50%
5	30	30	0	67%
10	30	30	0	81%
20	30	30	0	91%

Tabela 282\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	60	0,2372	6,7251	542,6
5	60	0,1436	6,16018	463
10	60	0,2152	6,70656	406
20	60	0,2868	9,04794	254,4

Tabela 283\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	60	60	0	50%
5	60	60	0	66%
10	60	60	0	81%
20	60	60	0	91%

Tabela 284\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	0,2032	10,859	852,8
5	90	0,1532	10,68678	739,4
10	90	0,1904	10,1333	600,6
20	90	0,2934	12,28066	486

Tabela 285\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	50%
5	90	90	0	66%
10	90	90	0	81%
20	90	90	0	91%

Tabela 286\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	120	0,3492	14,1541	1117,6
5	120	0,2464	13,62974	997,4
10	120	0,206	13,79666	820
20	120	0,2618	20,15302	639,8

Tabela 287\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	120	120	0	50%
5	120	120	0	66%
10	120	120	0	81%
20	120	120	0	91%

Tabela 288\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	150	0,2154	19,41826	1464,8
5	150	0,1562	16,0895	1233,4
10	150	0,3246	19,17292	1063
20	150	0,2998	25,73166	840,6

Tabela 289\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=3 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	150	150	0	50%
5	150	150	0	67%
10	150	150	0	82%
20	150	150	0	91%

Tabela 290\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	26	0,3056	28,08696	787,4
5	27	0,3492	25,5305	714
10	28	0,3962	26,07434	612,2
20	30	0,2402	5,32322	461,4

Tabela 291\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	26	26	0	17%
5	27	27	0	41%
10	28	28	0	67%
20	30	30	0	72%

Tabela 292\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	51	0,624	69,04892	1540,8
5	53	0,6366	69,30788	1525,4
10	55	0,6054	61,82342	1285,8
20	60	0,3054	11,74348	782,2

Tabela 293\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	51	51	0	15%
5	53	53	0	41%
10	54	55	1	68%
20	60	60	0	83%

Tabela 294\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	76	0,9174	104,987	2117,8
5	80	1,111	119,459	2153
10	78	0,9208	112,1518	1871,2
20	68	0,6242	43,88176	596,8

Tabela 295\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	75	76	1	16%
5	80	80	0	40%
10	78	78	0	68%
20	68	68	0	86%

Tabela 296\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	101	1,1046	160,7738	2807
5	106	0,6396	76,70112	1490,8
10	104	0,814	135,5959	2049
20	90	0,5212	69,5035	795,2

Tabela 297\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	100	101	1	16%
5	105	106	1	41%
10	103	104	1	68%
20	90	90	0	86%

Tabela 298\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	125	2,5366	263,0994	3544
5	133	1,1324	100,5178	1907,6
10	126	1,797	237,3832	2825,6
20	112	0,499	82,78316	907,2

Tabela 299\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=6 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	124	125	1	17%
5	132	133	1	41%
10	126	126	0	69%
20	111	112	1	86%

Tabela 300\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	17	0,3368	30,80174	755,4
5	24	0,3712	32,78728	886,6
10	24	0,3962	38,75684	780,6
20	24	0,546	34,4588	457,8

Tabela 301\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	16	17	1	5%
5	23	24	1	13%
10	23	24	1	45%
20	24	24	0	74%

Tabela 302\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	34	0,6866	65,56808	1518,6
5	47	0,8082	90,3265	1788,2
10	52	0,9048	127,7114	2136
20	51	0,6988	61,27248	977,8

Tabela 303\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	34	34	0	5%
5	46	47	1	13%
10	52	52	0	46%
20	50	51	1	74%

Tabela 304\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	52	1,304	121,567	1885,6
5	70	1,348	176,9294	2691,8
10	79	1,8094	220,7093	3029,4
20	75	0,8952	87,06622	1251,2

Tabela 305\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	51	52	1	5%
5	69	70	1	13%
10	78	79	1	46%
20	75	75	0	74%

Tabela 306\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	69	1,7098	178,4401	2348,6
5	94	1,8906	222,7398	3159,2
10	105	2,1684	316,1872	3730,8
20	100	1,2168	131,7206	1632

Tabela 307\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	68	69	1	5%
5	93	94	1	13%
10	104	105	1	46%
20	100	100	0	74%



Tabela 308\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	86	2,2742	234,1769	2786,8
5	116	2,0716	256,1695	3494,4
10	130	2,3834	250,6965	2865,4
20	124	1,1984	167,5521	1986,4

Tabela 309\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=10 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	85	86	1	5%
5	116	116	0	14%
10	129	130	1	47%
20	124	124	0	74%

Tabela 310\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	9	0,4868	56,28876	908,8
5	10	0,802	61,47738	928,6
10	20	0,7206	360,3273	1157,5023
20	27	0,8426	118,1977	1814

Tabela 311\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 30 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	9	9	0	5%
5	9	10	1	5%
10	20	20	0	10%
20	26	27	1	45%

Tabela 312\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	1,3856	152,9589	1702,4
5	26	1,2356	168,3146	2011,4
10	44	1,2636	155,3616	2399,2
20	53	2,0718	307,1666	3370,4

Tabela 313\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 90 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	17	18	1	5%
5	25	26	1	5%
10	43	44	1	10%
20	52	53	1	46%

Tabela 314\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 60 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	26	2,6426	305,188	2544,8
5	38	2,4178	216,4577	2070,6
10	66	2,8738	286,3641	3503,4
20	78	3,4538	468,3971	4450,6

Tabela 315\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 120 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	25	26	1	5%
5	37	38	1	5%
10	65	66	1	10%
20	78	78	0	46%

Tabela 316\_ Tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	43	1,348	156,0555	1175,4
5	65	1,894	175,4492	1693,6
10	109	2,6082	284,2613	3858,8
20	129	2,8858	383,1847	4981,6

Tabela 317\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura E=20 para 150 dias e variando o Valor da Procura Necessária, na formulação 3

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	42	43	1	5%
5	64	65	1	5%
10	108	109	1	11%
20	128	129	1	46%

# Apêndice E

Tabela 318\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,1562	12,379	171,2
60	36	0,8924	33,068	510,2
90	54	1,423	55,733	877,4
120	72	1,1826	88,045	1480
150	90	1,2546	150,588	1954,6

Tabela 319\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0303}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	70%
60	36	36	0	70%
90	54	54	0	70%
120	72	72	0	70%
150	90	90	0	70%

Tabela 320\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,7208	50,83178	560,6
60	36	2,5338	232,7443	1476,4
90	54	10,9016	795,637	2906,6
120	72	12,1306	1492,26	4300,4
150	90	22,1866	2596,32	6109,6

Tabela 321\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0306}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	40%
60	36	36	0	40%
90	54	54	0	40%
120	72	72	0	40%
150	90	90	0	40%

Tabela 322\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	17	0,3058	122,5687	984,4
60	33	0,9484	398,9978	2348,6
90	49	2,184	784,8875	2296,4
120	65	3,8782	1557,669	3199,4
150	81	5,12	1964,24	2336,2

Tabela 323\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0310}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	16	17	1	10%
60	32	33	1	10%
90	48	49	1	10%
120	64	65	1	10%
150	80	81	1	10%

Tabela 324\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	15	0,4306	70,1934	369
60	18	0,7298	368,9935	1951,4
90	46	3,2636	219,0857	1152,8
120	35	1,919	541,2466	1117,2
150	43	1,6316	707,8325	1423,6

Tabela 325\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0320}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	15	15	0	0%
60	16	18	2	5%
90	46	46	0	0%
120	34	35	1	5%
150	42	43	1	5%

Tabela 326\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Óptimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,1278	12,9231	201,2
60	36	0,914	32,74582	475,8
90	54	1,3726	53,39412	747,2
120	72	1,033	83,89512	1177,8
150	90	2,5584	113,5333	1466,6

Tabela 327\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0503}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	80%
60	36	36	0	80%
90	54	54	0	80%
120	72	72	0	80%
150	90	90	0	80%

Tabela 328\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,5334	35,82276	479
60	36	1,2636	97,93706	1211,4
90	54	4,5396	344,7341	2118
120	72	5,5534	478,2019	2937,4
150	90	9,304	967,8954	4092,6

Tabela 329\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0506}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	60%
60	36	36	0	60%
90	54	54	0	59%
120	72	72	0	60%
150	90	90	0	60%

Tabela 330\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	1,07	97,1322	775,6
60	36	6,7638	773,6382	2575,4
90	54	20,667	1963,2	4838,4
120	72	35,0782	3605,86	7441
150	83	3,9562	1410,307	2487,4

Tabela 331\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0510}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	33%
60	36	36	0	33%
90	54	54	0	33%
120	72	72	0	33%
150	82	83	1	39%

Tabela 332\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	13	0,496	180,7288	1533,4
60	26	0,8206	440,8942	2257
90	38	1,1856	581,488	1550
120	51	1,9	763,244	1996,4
150	65	2,5616	1048,989	2504,4

Tabela 333\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{0520}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	12	13	1	5%
60	25	26	1	5%
90	37	38	1	5%
120	51	51	0	5%
150	64	65	1	5%

Tabela 334\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,1464	12,73084	213,6
60	36	1,1764	32,5021	424,4
90	54	2,0282	60,91964	667
120	72	0,4896	77,18498	1021
150	90	2,6456	106,6189	1338,2

Tabela 335\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1003}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	89%
60	36	36	0	89%
90	54	54	0	89%
120	72	72	0	89%
150	90	90	0	89%

Tabela 336\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,805	25,39262	338,8
60	36	1,1918	66,44972	918,2
90	54	2,1624	119,9376	1523,8
120	72	2,0592	205,587	2119,6
150	90	3,5318	265,6298	2753,8

Tabela 337\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1006}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	77%
60	36	36	0	78%
90	54	54	0	78%
120	72	72	0	78%
150	90	90	0	78%

Tabela 338\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,546	45,95114	612,6
60	36	1,4448	141,9221	1640
90	54	3,1328	305,7273	2770,6
120	72	9,2882	998,9799	4054,4
150	90	17,2724	1391,039	6066,4

Tabela 339\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1010}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	61%
60	36	36	0	62%
90	54	54	0	63%
120	72	72	0	63%
150	90	90	0	63%

Tabela 340\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	3,5912	276,0826	1585,4
60	34	1,9562	815,5321	2354,8
90	50	3,5414	1374,641	1179
120	67	6,7454	2218,86	932,2
150	83	10,4396	3439,86	1396,4

Tabela 341\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{1020}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	23%
60	33	34	1	30%
90	49	50	1	32%
120	65	67	2	32%
150	81	83	2	32%

Tabela 342\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,3058	14,7526	187,4
60	36	0,6518	31,79314	355,4
90	54	0,6894	51,47274	572,8
120	72	0,4554	77,16938	915,4
150	90	1,198	97,87632	1214,8

Tabela 343\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2003}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	94%
60	36	36	0	94%
90	54	54	0	94%
120	72	72	0	94%
150	90	90	0	94%

Tabela 344\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,5428	26,83732	345,8
60	36	0,7708	64,59076	750,6
90	54	1,6288	110,7524	1351,8
120	72	1,6722	162,4717	1832,6
150	90	1,3634	215,0111	2419

Tabela 345\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2006}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	89%
60	36	36	0	89%
90	54	54	0	89%
120	72	72	0	89%
150	90	90	0	89%

Tabela 346\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,6272	48,51654	483
60	36	1,7004	109,4096	1250,4
90	54	1,9594	192,1529	2152,4
120	72	2,6084	301,2745	3018
150	90	3,382	523,0859	5240,6

Tabela 347\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2010}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	81%
60	36	36	0	81%
90	54	54	0	81%
120	72	72	0	81%
150	90	90	0	81%



Tabela 348\_ Tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 4ª Formulação

Dias	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
30	18	0,9922	92,69812	968,4
60	36	2,8862	272,539	2500,4
90	54	13,1542	1078,647	5451,4
120	72	22,48	2658,84	7998
150	90	59,4176	3832,794	11236,6

Tabela 349\_ Continuação da tabela resumo dos valores calculados para o problema  $P_{2020}$  na 4ª Formulação

Dias	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
30	18	18	0	62%
60	36	36	0	63%
90	54	54	0	63%
120	72	72	0	63%
150	90	90	0	62%

Tabela 350\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	0,1562	12,3794	171,2
6	18	0,7208	50,83178	560,6
10	17	0,3058	122,5687	984,4
20	15	0,4306	70,1934	369

Tabela 351\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	70%
6	18	18	0	40%
10	16	17	1	10%
20	15	15	0	0%

Tabela 352\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	36	0,8924	33,06786	510,2
6	36	2,5338	232,7443	1476,4
10	33	0,9484	398,9978	2348,6
20	18	0,7298	368,9935	1951,4

Tabela 353\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	70%
6	36	36	0	40%
10	32	33	1	10%
20	16	18	2	5%

Tabela 354\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	54	1,423	55,733	877,4
6	54	10,9016	795,637	2906,6
10	49	2,184	784,8875	2296,4
20	46	3,2636	219,0857	1152,8

Tabela 355\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	70%
6	54	54	0	40%
10	48	49	1	10%
20	46	46	0	0%

Tabela 356\_ Tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	72	1,1826	88,04462	1480
6	72	12,1306	1492,26	4300,4
10	65	3,8782	1557,669	3199,4
20	35	1,919	541,2466	1117,2

Tabela 357\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura  $k=3$  para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	70%
6	72	72	0	40%
10	64	65	1	10%
20	34	35	1	5%

Tabela 358\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	1,2546	150,5878	1954,6
6	90	22,1866	2596,32	6109,6
10	81	5,12	1964,24	2336,2
20	43	1,6316	707,8325	1423,6

Tabela 359\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=3 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	70%
6	90	90	0	40%
10	80	81	1	10%
20	42	43	1	5%

Tabela 360\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	0,1278	12,9231	201,2
6	18	0,5334	35,82276	479
10	18	1,07	97,1322	775,6
20	13	0,496	180,7288	1533,4

Tabela 361\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	80%
6	18	18	0	60%
10	18	18	0	33%
20	12	13	1	5%

Tabela 362\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	36	0,914	32,74582	475,8
6	36	1,2636	97,93706	1211,4
10	36	6,7638	773,6382	2575,4
20	26	0,8206	440,8942	2257

Tabela 363\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	80%
6	36	36	0	60%
10	36	36	0	33%
20	25	26	1	5%

Tabela 364\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	54	1,3726	53,39412	747,2
6	54	4,5396	344,7341	2118
10	54	20,667	1963,2	4838,4
20	38	1,1856	581,488	1550

Tabela 365\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	80%
6	54	54	0	59%
10	54	54	0	33%
20	37	38	1	5%

Tabela 366\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	72	1,033	83,89512	1177,8
6	72	5,5534	478,2019	2937,4
10	72	35,0782	3605,86	7441
20	51	1,9	763,244	1996,4

Tabela 367\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	80%
6	72	72	0	60%
10	72	72	0	33%
20	51	51	0	5%

Tabela 368\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	2,5584	113,5333	1466,6
6	90	9,304	967,8954	4092,6
10	83	3,9562	1410,307	2487,4
20	65	2,5616	1048,989	2504,4

Tabela 369\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=5 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	80%
6	90	90	0	60%
10	82	83	1	39%
20	64	65	1	5%

Tabela 370\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	0,1464	12,73084	213,6
6	18	0,805	25,39262	338,8
10	18	0,546	45,95114	612,6
20	18	3,5912	276,0826	1585,4

Tabela 371\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	89%
6	18	18	0	77%
10	18	18	0	61%
20	18	18	0	23%

Tabela 372\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	36	1,1764	32,5021	424,4
6	36	1,1918	66,44972	918,2
10	36	1,4448	141,9221	1640
20	34	1,9562	815,5321	2354,8

Tabela 373\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	89%
6	36	36	0	78%
10	36	36	0	62%
20	33	34	1	30%

Tabela 374\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	54	2,0282	60,91964	667
6	54	2,1624	119,9376	1523,8
10	54	3,1328	305,7273	2770,6
20	50	3,5414	1374,641	1179

Tabela 375\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	89%
6	54	54	0	78%
10	54	54	0	63%
20	49	50	1	32%

Tabela 376\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	72	0,4896	77,18498	1021
6	72	2,0592	205,587	2119,6
10	72	9,2882	998,9799	4054,4
20	67	6,7454	2218,86	932,2

Tabela 377\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	89%
6	72	72	0	78%
10	72	72	0	63%
20	65	67	2	32%

Tabela 378\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	2,6456	106,6189	1338,2
6	90	3,5318	265,6298	2753,8
10	90	17,2724	1391,039	6066,4
20	83	10,4396	3439,86	1396,4

Tabela 379\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=10 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	89%
6	90	90	0	78%
10	90	90	0	63%
20	81	83	2	32%

Tabela 380\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	0,3058	14,7526	187,4
6	18	0,5428	26,83732	345,8
10	18	0,6272	48,51654	483
20	18	0,9922	92,69812	968,4

Tabela 381\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 30 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	94%
6	18	18	0	89%
10	18	18	0	81%
20	18	18	0	62%

Tabela 382\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	36	0,6518	31,79314	355,4
6	36	0,7708	64,59076	750,6
10	36	1,7004	109,4096	1250,4
20	36	2,8862	272,539	2500,4

Tabela 383\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 60 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	94%
6	36	36	0	89%
10	36	36	0	81%
20	36	36	0	63%

Tabela 384\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	54	0,6894	51,47274	572,8
6	54	1,6288	110,7524	1351,8
10	54	1,9594	192,1529	2152,4
20	54	13,1542	1078,647	5451,4

Tabela 385\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 90 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	94%
6	54	54	0	89%
10	54	54	0	81%
20	54	54	0	63%

Tabela 386\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	72	0,4554	77,16938	915,4
6	72	1,6722	162,4717	1832,6
10	72	2,6084	301,2745	3018
20	72	22,48	2658,84	7998

Tabela 387\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 120 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	94%
6	72	72	0	89%
10	72	72	0	81%
20	72	72	0	63%

Tabela 388\_ Tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas

Equipas	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	1,198	97,87632	1214,8
6	90	1,3634	215,0111	2419
10	90	3,382	523,0859	5240,6
20	90	59,4176	3832,794	11236,6

Tabela 389\_ Continuação da tabela resumo dos valores para uma procura k=20 para 150 dias e variando o Número de equipas disponível, na formulação 4

Equipas	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	94%
6	90	90	0	89%
10	90	90	0	81%
20	90	90	0	62%

Tabela 390\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	18	0,1562	12,3794	171,2
5	18	0,1278	12,9231	201,2
10	18	0,1464	12,73084	213,6
20	18	0,3058	14,7526	187,4



Tabela 391\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 30 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	18	18	0	70%
5	18	18	0	80%
10	18	18	0	89%
20	18	18	0	94%

Tabela 392\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	36	0,8924	33,06786	510,2
5	36	0,914	32,74582	475,8
10	36	1,1764	32,5021	424,4
20	36	0,6518	31,79314	355,4

Tabela 393\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 60 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	36	36	0	70%
5	36	36	0	80%
10	36	36	0	89%
20	36	36	0	94%

Tabela 394\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	54	1,423	55,733	877,4
5	54	1,3726	53,39412	747,2
10	54	2,0282	60,91964	667
20	54	0,6894	51,47274	572,8

Tabela 395\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 90 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	54	54	0	70%
5	54	54	0	80%
10	54	54	0	89%
20	54	54	0	94%

Tabela 396\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	72	1,1826	88,04462	1480
5	72	1,033	83,89512	1177,8
10	72	0,4896	77,18498	1021
20	72	0,4554	77,16938	915,4

Tabela 397\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 120 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	72	72	0	70%
5	72	72	0	80%
10	72	72	0	89%
20	72	72	0	94%

Tabela 398\_ Tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Valor Ótimo	Tempo. Computacional (seg.)	Ticks	Nº de iterações do CPLEX
3	90	1,2546	150,5878	1954,6
5	90	2,5584	113,5333	1466,6
10	90	2,6456	106,6189	1338,2
20	90	1,198	97,87632	1214,8

Tabela 399\_ Continuação da tabela resumo dos valores para um Número de equipas E=3 para 150 dias e variando a procura, na formulação 4

Procura	Mínimo de dias de Trabalho	Máximo de dias de Trabalho	Diferença de dias entre as equipas de trabalho	% Procura Insatisfeita
3	90	90	0	70%
5	90	90	0	80%
10	90	90	0	89%
20	90	90	0	94%